



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО

КАТЕДРА ЗА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

Благој Ѓоргиевски, *дипл.руд.инж.*

СИСТЕМИ ЗА ЗАШТИТА НА ПЈС ОД ПОДЗЕМНИ И ПОВРШИНСКИ ВОДИ

СО

ИМПЛЕМЕНТИРАЊЕ НА ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Штип, 2010

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: Проф. Д-р Ристо Дамбов

Член: _____

Член: _____

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател: _____

Член: Проф. Д-р Ристо Дамбов

Член: _____

Научно поле: Техничко – технолошки науки

Научна област: Рударство

Датум на одбрана:

1. ВОВЕД

Поширокиот простор на ПЈС, припаѓа на крајниот југозападен дел на падините на Селечка планина на контактот со Пелагониската котлина. Поради тоа, наоѓалиштето „Суводол“ од северната, источната, јужната и југозападната страна е ограничено со карпести маси на метаморфен комплекс. Од геоморфолошки аспект, како маркантни форми во самото наоѓалиште и непосредната околина се истакнуваат неколку долови, меѓусебно ограничени со гребени, кои длабоко завлегуваат во наоѓалиштето, т.е. басенот.

Низ самото наоѓалиште, протекува Суводолската река со нејзините водотоци, меѓутоа таа во горниот дел е регулирана со насипна брана и канали за заштита на рудникот од површински води. Генералниот пад на природниот терен е од исток кон запад. Со рударските работи во рудникот „Суводол“ изменет е природниот рељеф, а со тоа и правците на движење на подземните и површинските води од сливното подрачје.

Најчест проблем кој се јавува при експлоатацијата на минерални сировини со површинска технологија на експлоатација, е заштитата од подземни и површински води. Понекогаш влијанието на водите од ваква природа доминира со своето значење во технолошкиот процес до таа мерка што може да го загрози и самиот технолошки процес.

Главен услов за безбедна работа во континуираната и дисконтинуираната технологија на површинска експлоатација е елиминирањето на негативните влијанија од природата. Тука пред се спаѓа заштитата од водите, кои можат да доведат до нарушување на технолошкиот процес во смисла на стабилност на работните косини и безбедни работни плануми од доток на во

Површинските води кои се како резултат на атмосферските врнежи (дожд и снег), а исто така и подземните води, скоро редовно покрај што го загрозуваат тековното работење на основната механизација, нарушувањето на планираниот технолошки процес, имаат големо влијание и врз геомеханичката стабилност на работните и завршните косини. Тоа е како резултат на промената на структурните карактеристики на почвата под влијание на водата.

Напрегнатата состојба во водоносните слоеви под дејство на хидростатичките и хидродинамичките сили, ја намалува силата на кохезија и влијае на степенот на стабилност на косините. При тоа најнеповолни услови се прават кога нивото на подземни води е на висина од една третина од висината на водоносниот слој. Токму од тука произлегува потребата од изработка на хидротехнички објекти кои ќе го намалат нивото на подземните води, со што ќе се обезбедат стабилни работни косини на рудникот ПЈС.

Рудникот за јаглен „Подинска Јагленова Серија“ – (ПЈС), во рамките на рудникот „Суводол“, кој е во фаза на отварање, по својот карактер е со специфични геолошки, хидрогеолошки и геоморфолошки карактеристики. Планираните рударски работи ќе се одвиваат во природно и вештачки создадена средина.

- Природната средина ја представуваат автохтоните езерски седименти (глини, песоци и јаглен);
- Вештачката средина ја претставуваат антропогените појави настанати со работата на рудникот „Суводол“ (внатрешното одлагалиште).

Во Табела 1.1. прикажани се вредностите на испумпани количини на вода надвор од рудникот, количини на ископан јаглен и количини на ископана јаловина во периодот 2006 до 2009. Од односот на испумпани количини на вода надвор од рудникот и ископаните количини на јаглен може да се види дека коефициентот на одводнетост во рудникот „Суводол“ во последните пет години е под единица, што значи станува збор за мала заводнетост на наоѓалиштето. Тоа се базира на податоци во планирањето на идните активности поврзани со обезбедување на стабилна одводнетост на ПЈС што ќе гарантира безбедна работа во ПЈС

Табела 1.1.

Table 1.1.

Позиција Position	Година Year					
	2005	2006	2007	2008	2009	●
Количини испумпана вода (m ³) Quantity of pumping out water	2.579.111	2.566.783	2.198.512	2.034.926	2.898.508	12.277.840
Количини ископан јаглен (t) Quantity of excavated coal	5.974.314	5.919.289	5.815.722	6.364.988	6.297.095	30.971.408
Кофициент на одводнетост Coefficient of drainage	0,43	0,43	0,37	0,31	0,46	0,4
Количини ископана јаловина (m ³) Quantity of excavated waste	23.714.234	18.428.744	17.001.617	9.388.135	7.477.425	7.477.425

Заштитата на ПЈС од површински и подземни води, со оглед на тоа што сега станува збор за специфичниот карактер на рудникот, е исто така специфична. Длабочината на рудникот, отворената депресија веќе направена со експлоатацијата на јагленот од ГЈС (Главниот Јагленов Слој) на рудникот „Суводол“ и големата сливна површина, прават приодот кон одводнувањето на рудникот, да биде со посебно внимание и добро превземени предактивности од аспект на одводнувањето.

Со оглед на значењето на фазата на предодводнувањето и одводнувањето за време на отварањето и експлоатацијата на ПЈС, неминовно се наметнува и спроведување на информациски систем за мониторинг. Тоа потекнува од таму што информатиката во процесот на површинската експлоатација сè повеќе нè обврзува во тој план на целокупната техника и технологија да се даде приоритетно значење.

1.1. Предмет на истражувањето

Предмет на истражување на оваа магистерска работа е одводнувањето во новиот рудник за јаглен – ПЈС и имплементирањето на информациски систем за мониторинг на системите за одводнување.

Отпочнувањето на активностите за разработка на ПЈС, сами по себе ја наметнуваат потребата за отпочнување на активности за предодводнување и план и активности за заштита на ПЈС од дотокот на површински и подземни води во фазата на отворање и експлоатација на ПЈС.

Брзиот развој на информатичката технологија, како и развојот на информациските и мониторинг системи, а паралелно со тоа и потребата за обезбедување на нови количини на јаглен за термоелектраните во РЕК Битола, ја наметна потребата за безбедна експлоатација на јаглен од ПЈС, во смисла на предодводнување и тековно одводнување на рудникот. Потребата од воведување на информациски систем за мониторинг во заедно со целокупниот систем за одводнување доаѓа од спецификите на ПЈС во поглед на геоморфологија на самото наоѓалиште, а во функција на овозможување положема ефикасност во процесот на експлоатација.

Овој магистрски труд ја обработува проблематиката на одводнувањето во новиот рудник ПЈС кој е во фаза на отворање. Преку изборот на методи за одводнување и анализата за спроведување на информацискиот систем, го нагласува значењето на овој дел од технолошкиот процес во специфични услови. Сето тоа во функција на планираниот ископ во зона на подлабоки издани и географската распространетост на рудникот.

1.2. Цели на истражувањето

Основните цели на истражувањето со оваа магистерска работа се дадени преку комплексно разгледување и анализирање на активностите поврзани со разрешување на проблематиката за одводнувањето на ПЈС.

методите на одводнување во услови на експлоатација на ПЈС, методологијата на управување со проектот и имплементацијата на информациски систем, се обезбедува навремено решавање на сите појави резултирани од дотокот на површински и подземни води во рудникот. Сето тоа е со цел за непречено одводнување при извршувањето на рударските работи во фазата на отварање и експлоатација на ПЈС.

Во контекст на целите од ова истражување во овој магистерски труд се искористени и досегашните хидроинженерски истражувања со кои се направени анализи од аспект на:

- Хидрогеологија
- Хидрогеографија
- Геоморфологија
- Микроклиматските прилики (количина на врнежи во границите на рудникот).

Тоа е заради изнаоѓање правилно решение на одводнувањето во ПЈС, со што до највисоко можно ниво би се елиминирале сите негативни појави кои можат да допринесат за евентуални несакани последици во спроведувањето на производно-техничкиот процес при експлоатацијата на јагленот.

Целта на оваа магистерска тема е да се разработи и структурата на информацискиот систем за потребите на одводнувањето на ПЈС. Информацискиот систем се базира на формирање на база на податоци, нивно селектирање и избор на репрезентативни параметри, со што се прават услови за користење на комерцијални софтверски пакети и реално димензионирање на хидротехничките објекти и системот за одводнување во ПЈС. Тоа придонесува да се постигне поголема ефикасност на функционирањето на системите за одводнување, затоа што базичните информации за состојбата на пумпните станици (со бунарски или центрифугални пумпи) и ефектите од нивната работа, ќе бидат контролирани од диспечерски центар.

2. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА НАОЃАЛИШТЕТО

2.1. Географски карактеристики на наоѓалиштето

Наоѓалиштето „Подинска јагленова серија“ (ПЈС) како подлабок дел од лежиштето „Суводол“ се наоѓа на околу 15 (km) источно од Битола, во атарите на селата Суводол, Врањевци, Биљаник и Агларци. На *Слика 2.1.* дадена е прегледна карта за локацијата на наоѓалиштето ПЈС.

Во рудникот „Суводол“, а со тоа и во ПЈС се врши и ќе се врши континуирано откопување на јаглен заради обезбедување на термоелектраните на РЕК Битола со јаглен за несметано производство на електрична енергија.

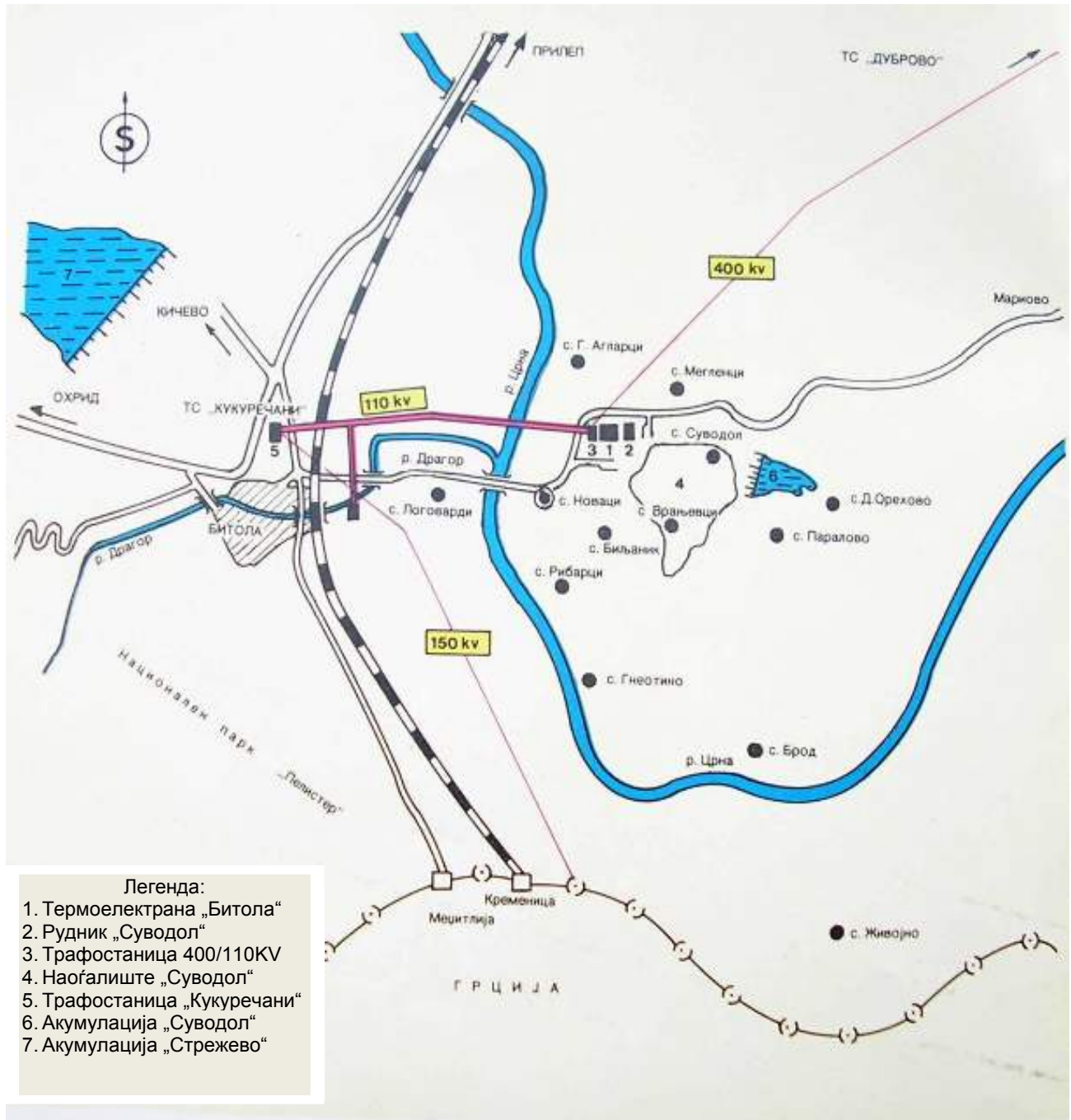
2.2. Морфолошки карактеристики на наоѓалиштето

Од морфолошки и хидрографски аспект, ова подрачје припаѓа на крајните делови од Пелагониската котлина (*Слика.2.2.*). Така, самото наоѓалиште во геолошки смисол е сместено во поранешниот плиоценски басен (делот кој е наречен Суводолски залив), кој длабоко завлегува во Селечка планина. Од морфолошки аспект, како маркатни форми во самото наоѓалиште и неговата непосредна околина се истакнуваат: Маковскиот, Ореовскиот, Суводолскиот, Параловскиот и Врањевскиот дол, кои меѓусебно се ограничени со гребени, кои длабоко завлегуваат во наоѓалиштето.

2.2. Географска положба и сообраќајни комуникации

Рудникот „Суводол“, односно ПЈС поврзано е со асфалтен пат од втор ред со Битола. Во рамките на комплексот на рудникот и термоелектраните изградена е локална сообраќајна инфраструктура.

Координатите на контурните точки на ПЈС (површина на полето од 3km²) дадени се во *Табелата 2.1.*



Слика 2.1. Прегледна карта на пошироката околина на рудник „Суводол“ со ПЈС

Figure 2.1. Review map of pit mine “Suvodol” surrounding area

Табела 2.1.

Table 2.1.

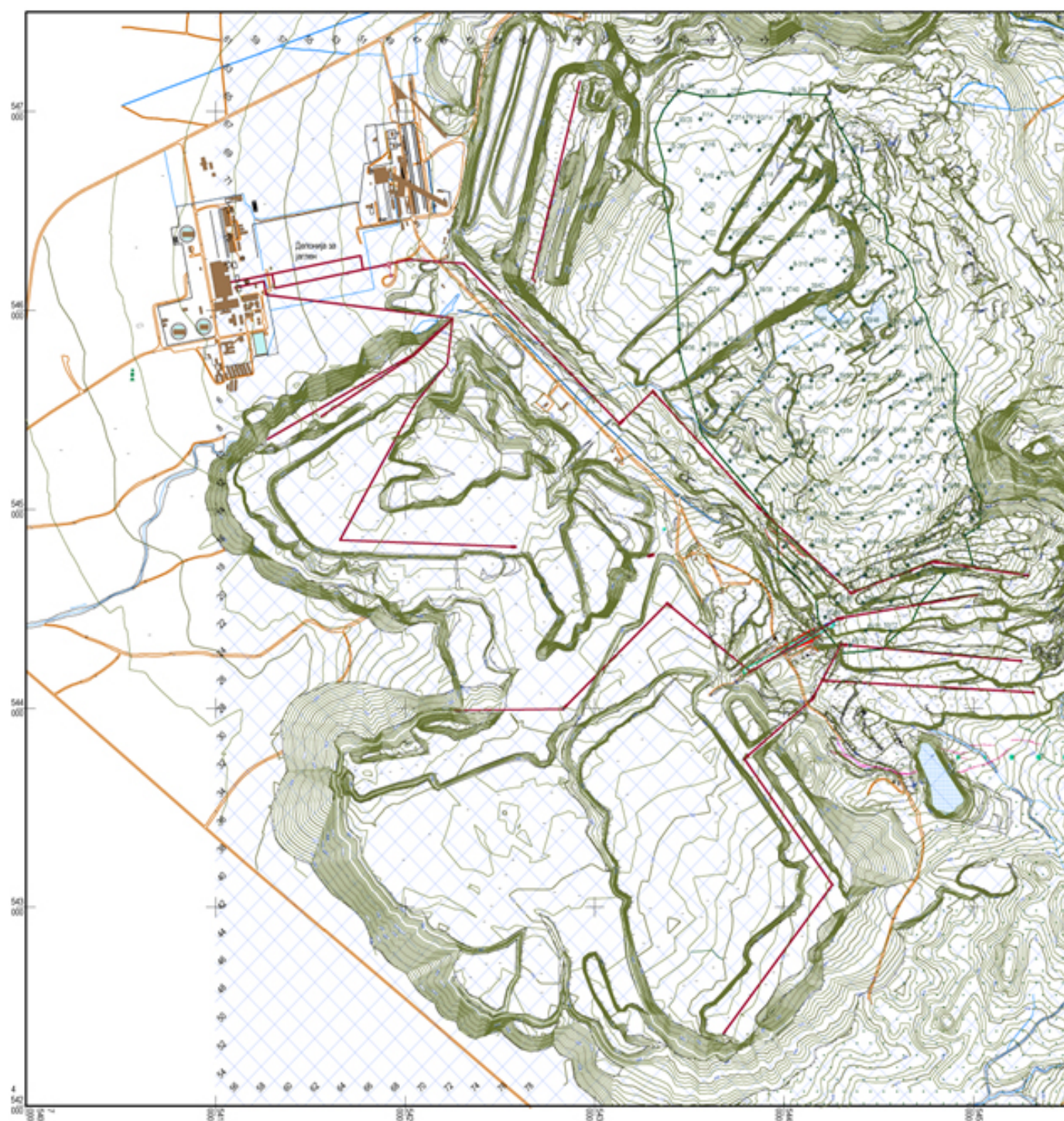
Точка Point	X	Y
1.	4.544.250	7.543.300
2.	4.544.250	7.544.100
3.	4.547.100	7.543.300
4.	4.547.100	7.544.100

На *Слика 2.3.* е претставена диспозицијата на објектите и комуникационата инфраструктура на комплексот рудници „Суводол“ (ГЈС и ПЈС), и термоелектрани.



Илустрација 2.2. Локација на рудник „Суводол“ во рамки на Пелагонискиот басен (Снимка преземена од „Google“)

Figure 2.2. Location of the pit mine “Suvodol” within Pelagonia basin (Footage taken from the “Google”)



Слика 2.3. Диспозиција на објектите и комуникационата инфраструктура на комплексот рудник и ТЕ
Figure 2.3. Facilities disposition and comunication infrastructure of pit mine and TP

3. МИКРОКЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОДРАЧЈЕТО

Микроклиматските карактеристики на подрачјето каде се наоѓа ПЈС, слични со оние од поширокото подрачје каде се наоѓа рудникот „Суводол“. Во овој регион преовладува континенталната клима. Климатски фактор кој влијае при проектирање на хидротехничките објекти за одводнување е количината на врнежи.

За потребите на рудник „Суводол“ поставени се две водомерни станици и тоа на:

- плато во самиот рудник и
- во близина на браната Суводол.

Во *Табелата 3.1.* даден е прегледот на количините на врнежи во периодот 2005 – 2009 на овие мерни места.

Од податоците во табелата можат да се издвојат следните карактеристични вредности:

Табела 3.1.

Table 3.1.

Месец Month	Врнежи во (mm) на плато рудник „Суводол“ Rain fall in (mm) at plateau - pit mine Suvodol						Врнежи во (mm) на брана „Суводол“ Rain fall in (mm) at dam Suvodol					
	2005	2006	2007	2008	2009	Просек Average	2005	2006	2007	2008	2009	Просек Average
I	45	68	17	8	115	50.6	40	51	11	14	118	46.8
II	91	64	27	23	16	44.2	77	49	29	21	18	38.8
III	42	50	29	25	55	40.2	39	48.5	32	30	55	40.9
IV	14	101	22	86	32	51	15	85	23	80.5	37.5	48.2
V	67	23	61	24	49	44.8	64	30	67	16	52	45.8
VI	13	48	48	29	103	48.2	19	51	70	10	167	63.4
VII	15	87	0	15	6	24.6	14	79.5	0	26	10	25.9
VIII	57	17	32	18	49	34.6	51	17	41	13.5	72	38.9
IX	6	42	4	97	35	36.8	12	39	4	101	35	38.2
X	45	76	125	22	86	70.8	45	67	91	22	125	70
XI	60	19	80	27	97	56.6	56	19	95	24	95	57.8
XII	84	28	54	83	91	68	78	27	52	82	75	62.8
Σ	539	623	499	457	734	570.4	510	563	515			



- Годишните врнежи се движат од 440 - 859,5 (mm)
- Најголемите месчни врнежи се регистрирани во Јуни 2009, 167 (mm)
- Без врнежи бил Јули 2007,
- Година со најмногу врнежи била 2009 со 734 односно 859,5 (mm)

3.1. Очекувани дотоци на прилив на површински води во ПЈС

Атмосферските врнежи во поедини случаи претставуваат многу поголем проблем при одводнувањето во споредба со влијанието на подземните води. Тоа влијание ќе биде изразено во случајот на експлоатација на ПЈС, заради формирањето на сè поголемата депресија со ископот во овој рудник. Последиците од дотокот на површински води заради сè поголемото сливно подрачје кое се формира со ископот на ГЈС, а покасно и со ископот на ПЈС, можат да бидат катастрофални, во поглед на поплавување на основна

предизвикување на свлечишта. На *Сликата 3.1.* се гледа поплавениот работен планум на багер СРс-630.

Пресметката за приливот на атмосферски врнежи во зоната на рудникот е извршена за површината на ПЈС и за површината на ГЈС, врз база на формулата

$$Q = F \times W \text{ (m}^3/\text{god)}$$

Ако како параметри за површината и висината на водениот талог на ПЈС и ГЈС се усвојат:

F_1 - површина на ПЈС ($\approx 3,0 \text{ km}^2$)

F_2 - површина на ГЈС ($\approx 10 \text{ km}^2$) и

W_{sr} - висина на воден талог (за периодот 2005 – 2009) $\rightarrow 577,5 \text{ (mm)} = 0,577(m)$ (Табела 4.1. , стр.15)



Слика 3.1. Поплавен работен планум на СРс-630
Figure 3.1. Waterlogged working surface of SRs-630

Тогаш со занемарување на коефициентот на истекување η , кој претставува релација помеѓу количината на истечена вода и количината на водениот талог, (0,00 – 1,00), пресметана е количината на атмосферска вода, која директно би паднала на ПЈС:

$$Q_1 = 36,22 \text{ (l/s)} = 1.142.320,64 \text{ (m}^3/\text{god)}$$

а аналогно на тоа, количината на атмосферска вода, која директно би паѓала на целиот рудник (ГЈС), би изнесувала:

$$Q_2 \approx 183,4 \text{ (l/s)} = 5.789.040,144 \text{ (m}^3/\text{god)}.$$

4. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

Наоѓалиштето за јаглен „Суводол“ претставува ободен дел на јагленосниот Пелагониски басен и се наоѓа во неговиот југоисточен дел, кој длабоко завлегува во западните ограноци на Селечка планина. (Слика 4.1 и Прилог-1)

Метаморфен комплекс. Непосредните рабни делови на наоѓалиштето и неговиот палеорељеф се изградени од тракасти мусковит-биотитски гнајсеви (Gn), потоа гранит-стауролитски и дистенски микашисти (Sm) и кварц-графитични шкрилци (Sq). Според застапеноста, преовладуваат мусковит-биотитските гнајсеви. По боја се сиви, додека по состав се средно до крупнозрнести карпи со лепидо-гранопластична структура. Изградени се од кварц, калиски фелдспати (ортоклас и микроклин), плагиокласи (андезин) и лискуни (мусковит и биотит).

Комплексот е со прекамбријска и рифејкамбриска старост и со висок степен на кристалитет. Карпите на палеорељефот (основната карпа) се простираат кон запад и југозапад, со падови 50 - 70°.

Во зоната на источниот рабен дел на Пелагонискиот Неоген басен (ограноците на Селечка Планина), трансгресивно и дискордантно над метаморфниот комплекс лежат плиоценските езерски седименти и кварталните творби.

Плиоценски седименти (PI) се изградени од чакали, разнозрнести до прашинести песоци, песокливи глини, глиновити песоци, слоеви и прослојци на јагленова глина, сиви глиници – трепели и крајбрежни чакали и песоци.

Квартарни творби (Q) се составени од наслаги на разнозрнести песоци, прашинести песоци, чакали и делувијална црвеница.

Јагленов слој - слоевите генерално имаат синклинална форма (како и главниот продуктивен јагленов слој), а на одредени места имаат сложена морфологија, со појава на наборни структури (антиклинални и синклинални). Наборните структури се со благи падови на крилата од 4 – 12° и со тонење на оската кон СЗ од 2°. Во северозападниот дел од наоѓалиштето на профилите 27-

29/30-34 има индикации за постоење на раседни структури со раседни скокови од неколку метри.

Јагленовите слоеви во ободните делови од наоѓалиштето, конкретно северниот, јужниот и источниот дел (околу подземниот гребен) се протегаат до самиот метаморфен комплекс на кои директно лежат или исклинуваат и залегаат према централниот дел под агол од $10 - 15^{\circ}$.

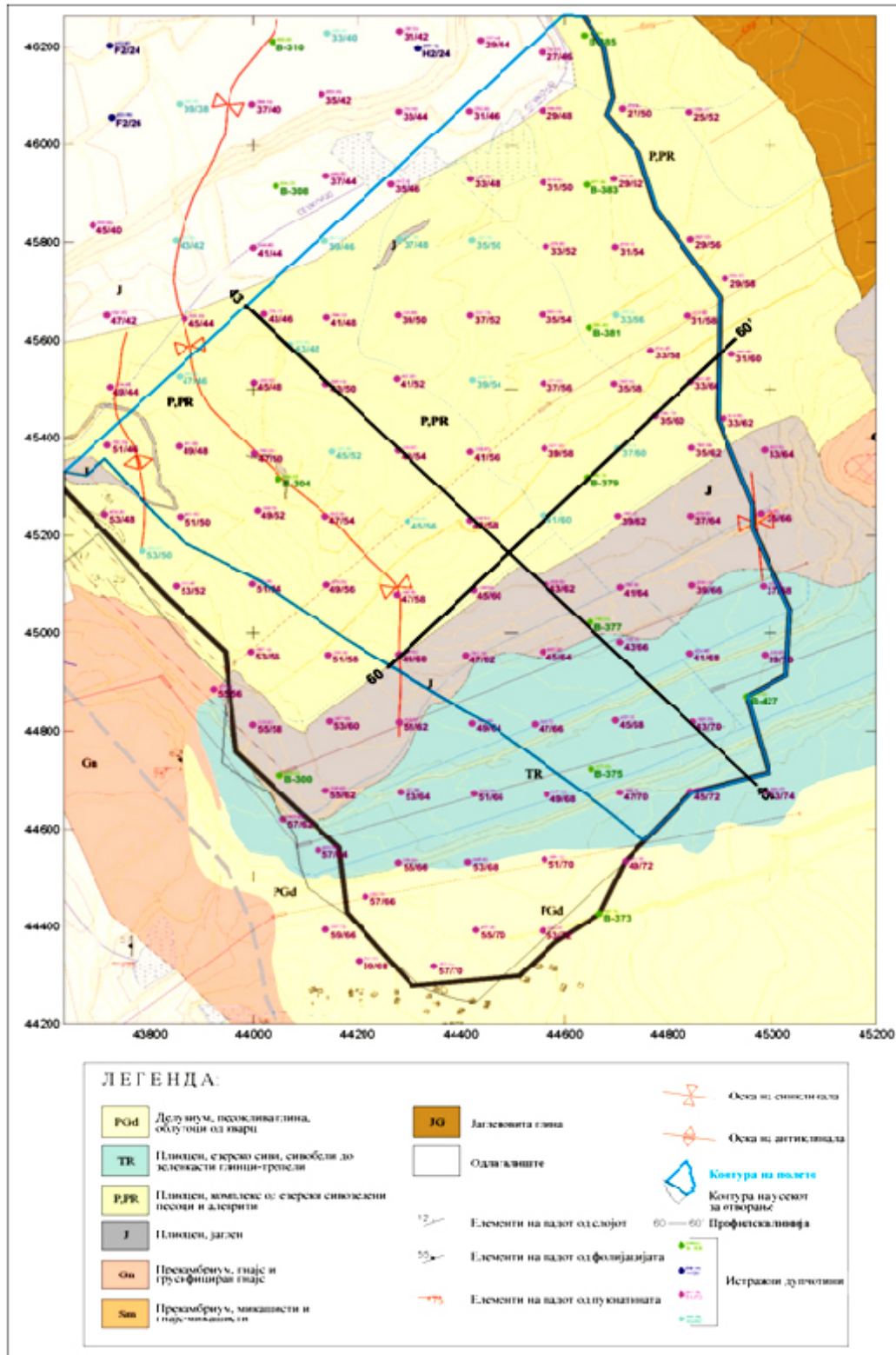
Кон југоисточниот дел од наоѓалиштето, јагленовиот слој се спојува со главниот продуктивен слој, кој е во фаза на експлоатација. На запад јагленовите слоеви лежат под одлагалиштето на „О“ – БТО систем и со протегање продолжуваат кон Пелагонискиот басен.

Преку анализа и интерпретација на досега изведените истражни работи за ПЈС, како економски интересни се издвоени два подински слоја на јагленот и тоа: I-от подински слој и II-от подински слој, односно главниот слој од ПЈС. (Слика 4.2.).

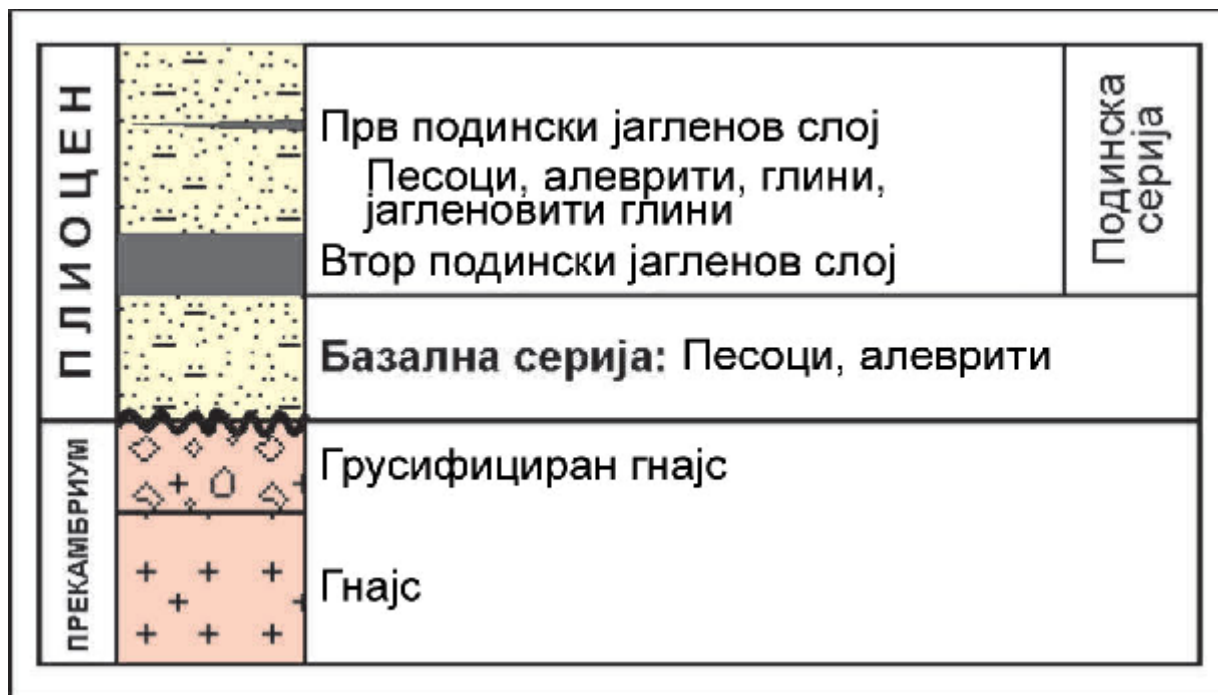
Првиот подински слој се карактеризира со релативно мала дебелина од $0,80 - 4,50(m)$ со неконтинуирано распространување и лежи непосредно под главниот продуктивен јагленов слој, кој е откопан или се откопува на длабочина од $2,5 - 35,0(m)$.

Вториот јагленов слој (главен јагленов слој од ПЈС) се наоѓа на поголема длабочина од првиот јагленов слој и е одвоен со серија на прашиности песоци. За разлика од предходниот слој има континуирано распространување, со променлива дебелина и во одредени делови се раслојува на повеќе слоеви.

Во централниот и јужниот дел од наоѓалиштето главниот јагленов слој од ПЈС, од исток кон запад (од профил 62-60), се раслојува на два слоја со дебелина од $8,0 - 13,0 (m)$. Меѓуслојната јаловина е составена од сиво зеленкасти разногранулирани прашинасти песоци со дебелина од $11,0 - 47,0 (m)$. Јагленовите слоеви се наоѓаат на длабочина од $50 - 100(m)$ од подината на ГЈС.



Слика 4.1. Прегледна геолошка карта на ПЈС
Figure 4.1. Geological review map of PJS



Слика 4.2. - Шематизиран геолошки столб на ПЈС
Figure 4.2. – Schematic geological layer structure of PJS

5. ХИДРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

На подрачјето на рудникот „Суводол“, не е изразена голема хидрографска мрежа. Карактеристични водотоци од повремени буичен карактер се: Суводолска река, Маковски, Ореовски, Горносуводолски, Параловски и Врањевски поток. Поголемите сливни подрачја кои гравитираат кон рудникот се прикажани на *Слика 5.1*.

На Суводолска река изградена е вештачката акумулација за заштита на рудникот од површински води и за снабдување на РЕК Битола со технолошка вода, *Слика 5.2*.

По источната граница на рудникот изграден е ободен одводен канал од Врањевци до Суводолската брана за зафаќање на поројните води од ободните планини.

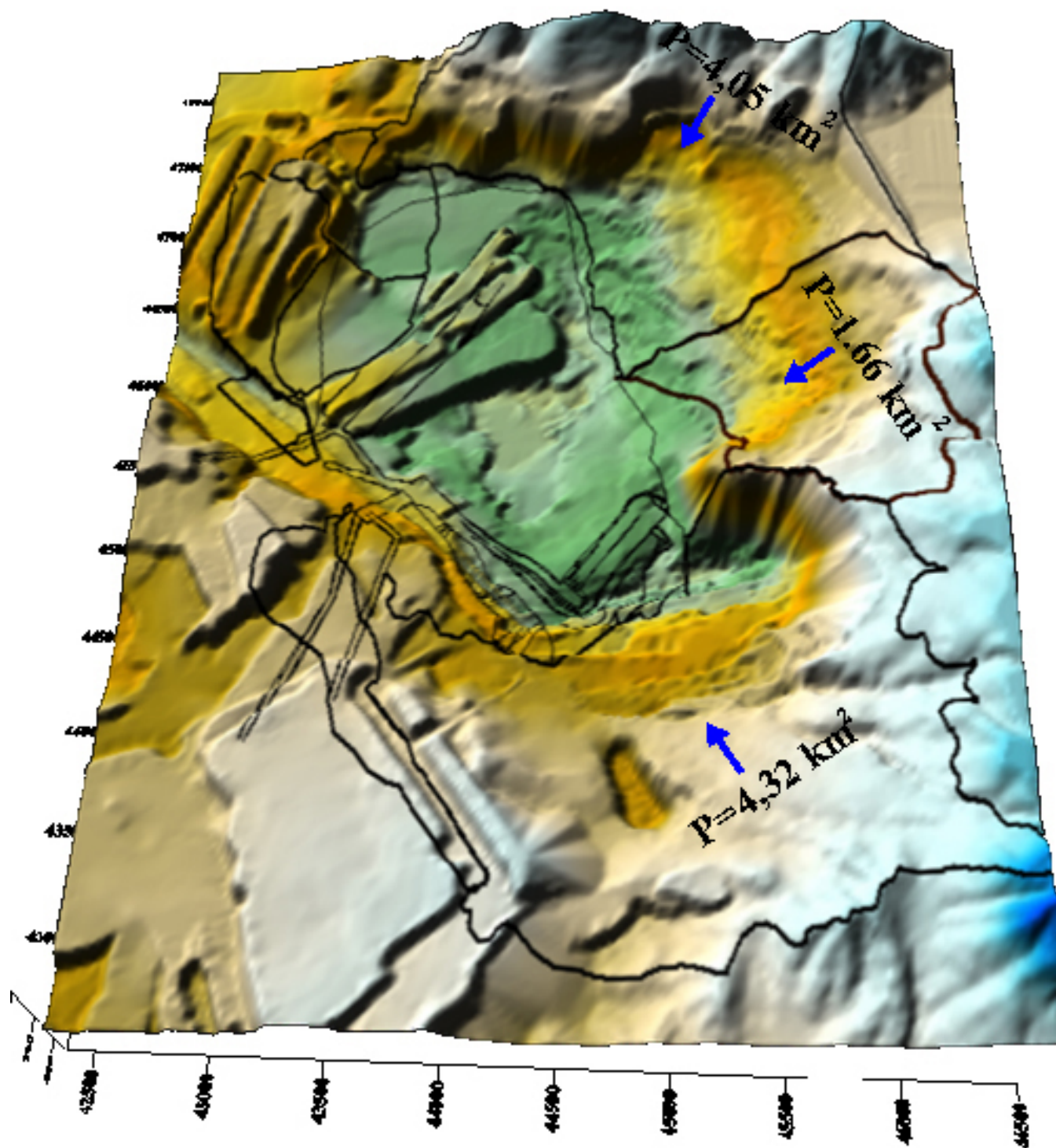
Од јужната и југозападната страна на наоѓалиштето за јаглен „Суводол“ протекува Црна Река, на растојание од околу 10km. Во хидролошката станица „Новаци“ за периодот од 1996 до 2000 г. регистриран е максимален проток на Црна Река од $476(\text{m}^3/\text{s})$ (февруари 2000 г.) додека минималниот проток од $1,22(\text{m}^3/\text{s})$ е регистриран во август истата година. Средногодишното протекување на Црна Река изнесува околу $13,5(\text{m}^3/\text{s})$.

5.1. Хидрогеолошки карактеристики на наоѓалиштето

Отворањето на ПЈС, проектно е решено со усек на отварање кој се наоѓа на профилските линии 72 на југ, 42 на север, 49 на исток и 57 на запад (според интерен координатен систем на рудник „Суводол“). *Прилог-2*.

На поширокиот простор на усекот на отварање, изведени се следните хидрогеолошки работи:

- Хидрогеолошко-пиезометарски дупнатини ($33/56_{(km1)}$, $45/56_{(m1p)}$, $41/60_{(kp)}$, $51/66_{(k)}$, $45/68_{(k)}$, $49/68_{(k)}$ и $43/70_{(k)}$)
- Хидројазли (бунари со систем за следење IEB-1 $_{(km1m2p)}$ и IEB-2 $_{(m2m1)}$)



Слика 5.1. 3D приказ на рудникот „Суводол“ со сливните подрачја
Figure 5.1. 3D survey of pit mine Suvodol with drain areas



Слика 5.2. Акумулација „Суводол“
Figure 5.2. Reservoir Suvodol

- Пробно-експлоатациони бунари В-1_(m1), В-2_(m1m2), В-3_(m1m2), В-4_(m1m2), В5_(km1m2).

Од испитувањата вршени со пробни испумпувања од пробно-експлоатационите бунари, постигнати се капацитети од 0,2 – 23 (l/s) по бунар со снижување на нивото на водата од 14 – 49 (m). Со анализа на добиените податоци, заклучено е следното:

- Со хидрогеолошки истражни работи, филтерската конструкција и филтерскиот засип ги поврзува водоносна серија,
- Регистрираните пиезометриски нивоа представуваат ниво на водата на зафатените средини, а не поединечни нивоа во водоносните средини.

Пиезометарските нивоа на водата помеѓу котите 560 --- се поврзат како нивоа на поединечни издани.

- Капацитетите на испумпување на водата се во функција од дебелината на зафатените комплекси, но значително се намалува специфичната издашност на бунарот при подолго испумпување.

Во природни услови во рудникот „Суводол“ можат да се издвојат следните целини:

- Кровински седименти
- Јагленова серија
- Подински комплекс

Со досегашните рударски работи во рудникот „Суводол“ откопани се кровинските седименти и главниот јагленов слој, така што еден од меѓуслојните прашинасто песокливи комплекси станал кровински комплекс за подинската јагленова серија. Така во однос на новиот рељеф кај подинската серија имаме:

- Кровински комплекс
- Меѓуслојни комплекси
- Подински комплекс

Со хидрогеолошките истражувања и испитувања, согласно утврдената методологија, во поглед на структурните карактеристики на лежиштето, извршено е издвојување и детерминирање на издвоените типови на издан. Така во рамките на ПЈС (од повисока кон пониска кота) издвоени се:

- Кровински издан
- Меѓуслоен издан (M_2)
- Меѓуслоен издан (M_1)
- Подински издан

5.1.1. Кровински издан

Овој издан лежи над подинската јагленова серија. Тоа се прашинасти, ситнозрнести до среднозрнести песоци со неправилно простирање во хоризонтален и вертикален правец. Се простираат и надвор од границите на ПЈС. Кон југ, исток, север и југозапад исклинуваат. Дебелината

Најголема дебелина на комплексот е околу 40m во синклиналниот дел од лежиштето. Коефициентот на кровинскиот издан е $5,43 \cdot 10^{-5}$ до $4,92 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Прихранувањето на изданот се врши по ободот од основната карпа и со инфилтрација преку отворените површини, а празнењето на изданот е во правец северозапад и во објектите за одводнување на рудникот „Суводол“.

На *Прилог-3* се прикажани нивоата на подземните води на кровинскиот издан во зоната на формирање на фигурата за отворање на ПЈС.

5.1.2. Меѓуслоен издан (M_2)

Во рамките на ПЈС издвоени се два хидрогеолошки комплекси во кои се формирани два издани.

Меѓуслојниот (M_2) издан формиран е во прашинастите, ситнозрнести песоци помеѓу првиот и вториот јагленов слој на ПЈС. Дебелината на изданот е до 3,5 m. Коефициентот на меѓуслојниот издан е $2,39 \cdot 10^{-5}$ до $3,06 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$. Прихранувањето на изданот се врши по ободот на основната карпа, а празнењето на изданот е во правец северозапад и во објектите за одводнување.

5.1.3. Меѓуслоен издан (M_1)

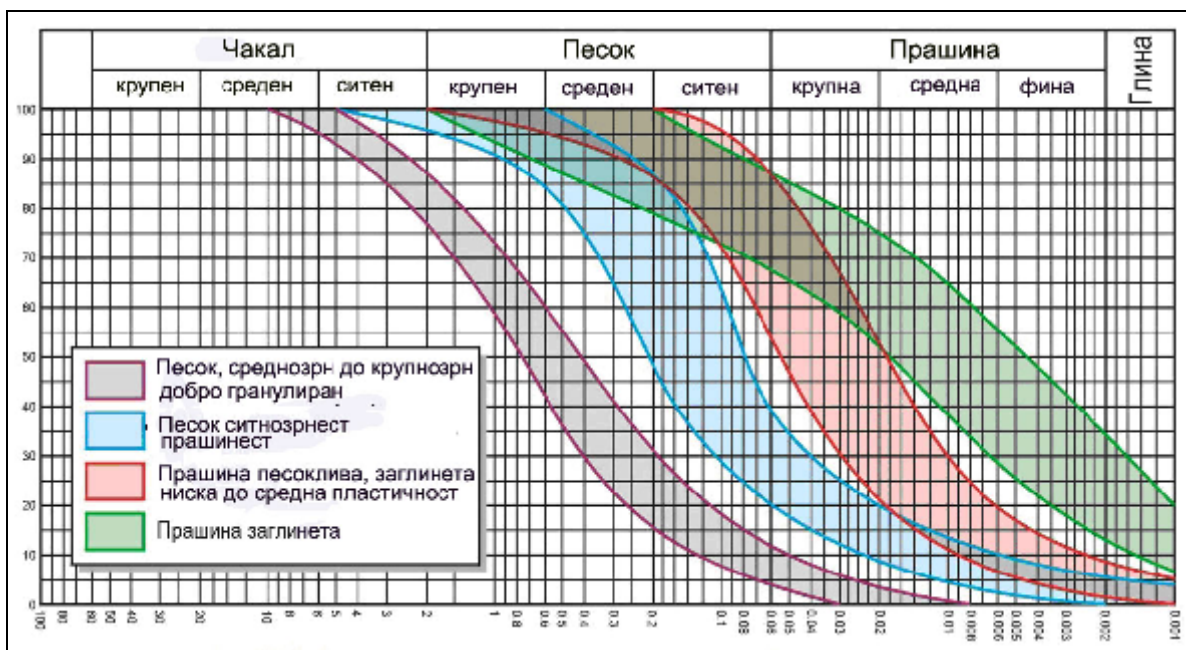
Овој издан формиран е во прашинастите ситнозрнести до среднозрнести песоци, помеѓу вториот и третиот јагленов слој на ПЈС. Дебелината на изданот е до 4(m). Коефициентот на меѓуслојниот издан е $5,63 \cdot 10^{-5}$ до $4,60 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$. Прихранувањето на изданот се врши по ободот на основната карпа, а празнењето во правец на северозапад.

5.1.4. Подински издан

Подинскиот издан формиран е во хидрогеолошкиот комплекс кој лежи под подинската јагленова серија. Тоа се прашинасти, ситнозрнести до среднозрнести песоци со неправилно протегање во хоризонтален и вертикален правец кои се протегаат и надвор од границата на ПЈС.

Кон југ, исток, север и југозапад исклинуваат. Дебели издан е 5 m. Коефициентот на подинскиот издан е $5,0 \cdot 10^{-5}$ до 2

Дел од подинскиот издан ја претставува основната карпа (гнајс). Прихранувањето на изданот се врши по ободот од основната карпа, а празнењето е во правец северозапад . На *Прилог-4* се прикажани нивоата на подземните води на подинскиот издан, во зоната на формирање на фигурата за отварање на ПЈС. Хетерогеноста на хидрогеолошките комплекси прикажана е на *Слика 5.3*.



Слика 5.3. Анвелопа на кривите од гранулометрискиот состав на хидрогеолошките комплекси
Figure 5.3. Line chart of granulation substance of hydro-geological facilities

6. МЕТОДОЛОГИЈА НА ИЗБОР НА СИСТЕМИ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ НА ПЈС И УПРАВУВЊЕ СО ПРОЕКТОТ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ И ИМПЛЕМЕНТИРАЊЕ НА СИСТЕМОТ ЗА МОНИТОРИНГ

Одводнувањето на рудниците со површинска експлоатација, како важен фактор во технолошкиот процес, не случајно во повеќе случаи добива форма на основен услов за отворање и експлоатација на некое наоѓалиште со површинска експлоатација.

Во случајот, кога станува збор за одводнување на ПЈС, заради спецификите како наоѓалиште, кон оваа проблематика се има посебен пристап како во фазата на отворање и разработка на наоѓалиштето така и во спроведувањето и имплементирањето на информацискиот систем за мониторинг.

Затоа и во приодот со оваа тема кон проблематиката на одводнувањето на ова наоѓалиште се приоѓа плански и систематски заради правилниот избор на соодветна метода и системи на одводнување, чија реализација треба во максимално можни граници да го оправда утврдениот избор и инвестираните средства.

6.1. Методи на управување со активностите за одводнување на ПЈС и информацискиот систем

Комплексноста на активностите поврзани со предодводнување, одводнување како и имплементирањето на информацискиот систем, сами по себе кога станува збор за ПЈС бараат посебен приод кон експлоатацијата на ова наоѓалиште.

Организираниот збир на активности со кои се постигнува заедничка цел (во случајот тоа се збир на активности поврзани со одводнувањето на ПЈС), во одредено време по дефиниција претставува проект. Сложеноста на ПЈС како наоѓалиште, а со тоа и сложеноста на активностите поврзани со одводнувањето доведуваат и до сложеност на проектот за одводнување. Та

почеток, па сè до имплементирањето на ИС за мониторинг, може да доведе до одредени проблеми во неговата реализација.

Навременото и адекватно реагирање на проблемите ја условува примената од методи на управување со ваквите проекти од концептот на „project management“. За успешно спроведени активности, може да се зборува кога тие се завршени навремено со конкретни позитивни ефекти. Покрај веќе познатите методи за управување:

Метода на критичен пат – (Critical Path Method – CPM)

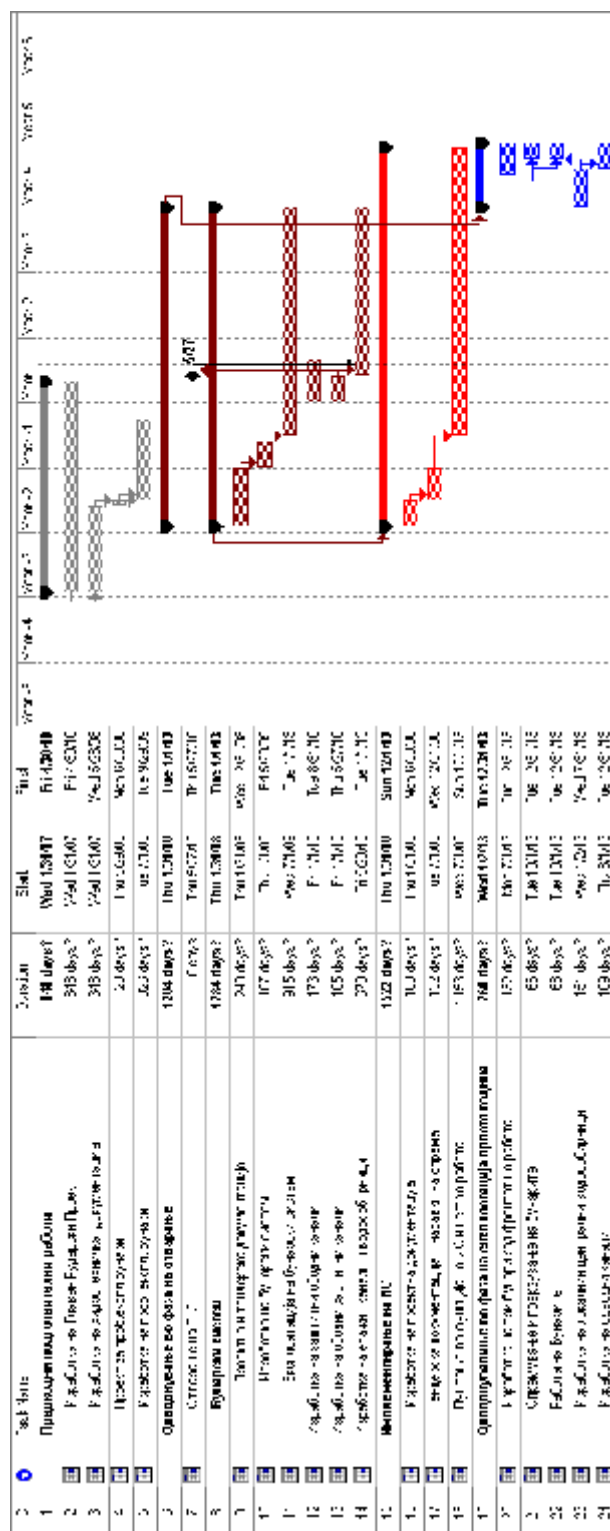
PERT метода – (Projekt Evaluation and Review Technique),

за управување со проектите со помош на информатичката технологија се користи и софтверскиот пакет *Microsoft Project*, кој ги извршува сите задачи за планирање, управување и контрола на активностите на проектот. *Microsoft Project* претставува софтверски пакет во рамките на *Microsoft Office* фамилијата со кој се

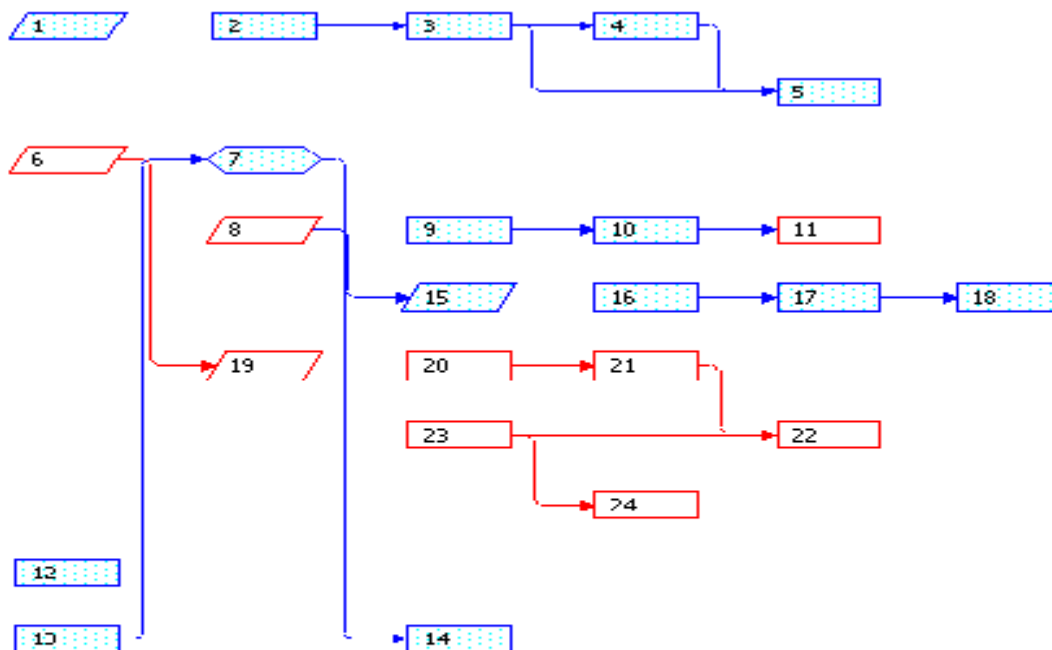
- изработува мрежа, гантограм и патокази на активностите
- ги поврзува задачите, ресурсите и трошоците
- Го утврдува критичниот пат

Microsoft Project (без разлика за која верзија станува збор), е прилагодлив за било каков обем на активности и проекти. Тоа претставува софтверска алатка за распоредување и планирање на активностите со нивно дефинирање и распоред. Користењето на овој софтверски пакет во случајот на активностите околу спроведувањето на активностите за одводнување на ПЈС и имплементирањето на информацискиот систем за мониторинг, е важен момент со кој нивното планирање и управување ќе резултира со навремено одводнување, а тоа со безбедно експлоатирање на јагленот од ПЈС.

Во конкретниот случај за одводнувањето на ПЈС и имплементирањето на ИС, дефинирани се 24 покарактеристични активности на кои може да се искористи овој софтверски пакет. Изгледот на дијалошкиот прозор и мрежниот дијаграм за споменатите активности е прикажан на *Слика 6.1.* и на *Слика 6.2.*



Слика 6.1..Изглед на дијалогски прозор со внесени карактеристични активности
Figure 6.1. Dialogue window with inserted specific activities



Слика 6.2. Изглед на мрежниот дијаграм за карактеристичните активности
Figure 6.2. Net diagram for specific activities

6.2. Избор на методи на одводнување

Подземната вода во кровината има директно влијание на стабилноста на косините, затоа што познато е дека присуството на вода значително ја смалува кохезијата на материјалот. Исто така водата во кровината предизвикува движење на масите што може да предизвика директно загрозување на основната откопно – транспортна механизација.

Со изборот на правилна метода на одводнување, непосредно се решаваат сите проблеми поврзани со обезбедување на стабилност на етажите, на работните и завршните косини, се обезбедуваат нормални услови за работа на основната и помошната механизација.

Во методолошкиот приод на одводнувањето се разликуваат методи на одводнување на кровината, методи на одводнување на подината, методи на одводнување на рудното тело (јагленовиот слој) и методи на одводнување на одлагалиштата. Методологијата на одводнување може да се разликува и по тоа дали станува збор за методи за заштита од дотокот на подземни или површински води.

Генерално, методите на одводнување на рудниците со површинска експлоатација, меѓусебно се разликуваат. Тоа е во зависност од количините на подземни и површински води, од физичко механичките карактеристики на материјалот од кои е составена литолошката средина на наоѓалиштето, карактеристиките на минералната суровина (јагленот), од избраната технологија на експлоатација и т.н.

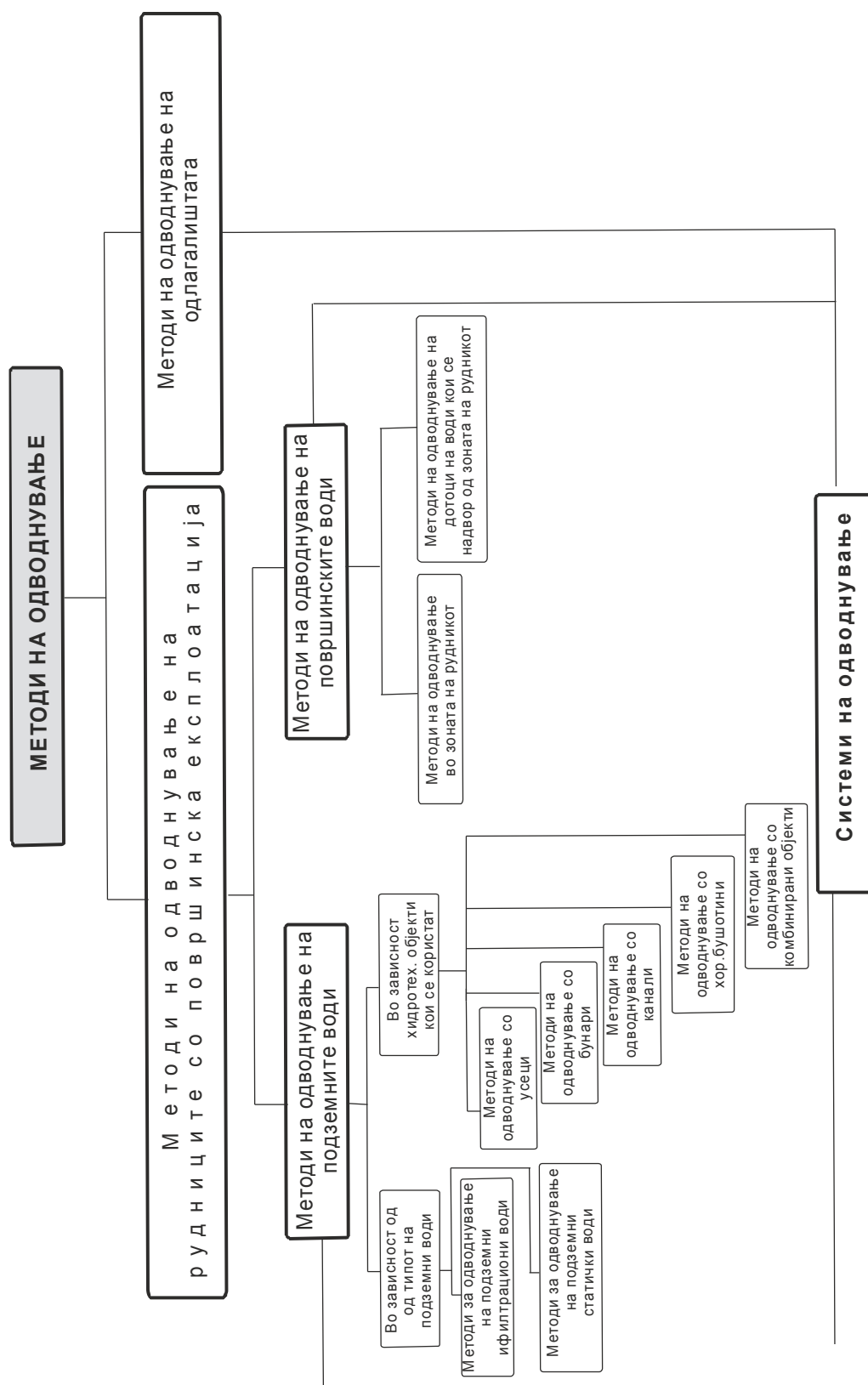
Според различните критериуми кои може да се третираат при определувањето на методата за одводнување, класификацијата на методите може да биде:

- **според типот на наоѓалиштето и неговите хидрогеолошки карактеристики**

Според оваа класификација, изборот на методата на одводнување зависи директно од врстата на наоѓалиштето, односно наоѓалишта со едноставни услови за одводнување, со сложени и многу сложени услови за одводнување.

- **според силите кои предизвикуваат движење на подземните води** и тоа на методи со гравитациско одводнување, методи на одводнување под притисок и методи со електроосмотско одводнување.

- **според хидротехничките објекти со која се врши одводнувањето** може да станува збор за заштита на подземните води со вертикални окна и хоризонтални поткопи, длабоки бунари, хоризонтални дупкотини и со комбинација на споменатите објекти.



Слика 6.3. Поделба на методите за одводнување
Figure 6.3. Classification of the methods of drainage

Во случајот кога станува збор за избор на методологија на одводнување на ПЈС, предходно познавајќи ги геолошките и хидрогеолошките услови на наоѓалиштето, избраната технологија за експлоатација, а при тоа земајќи ги во предвид споменатите класификации и разликите кои ги карактеризираат одредените методи, технолошките услови и начинот на одводнување, општата поделба на метода за одводнување изгледа како на *Слика 6.3*.

Изборот на правилна технологија на одводнување за ПЈС, ќе значи успешно решавање на поголемиот дел од проблемите поврзани со стабилноста на работните и завршните косини, стабилност на работните етажи и обезбедување на нормални услови за работа на основната и помошната механизација. Тоа значи дека со усвојување на погрешна, непотполна и неадекватна метода, може да услови низа на неповолни последици кои можат значително да влијаат на предвидената динамика на ископ на јагленот од ПЈС.

За успешно одводнување на Подинската Јагленова Серија, познавајќи ги геолошките и хидрогеолошките услови, климатските прилики, како и технологијата за ископ на јагленот, се користат повеќе методи на одводнување и повеќе различни хидротехнички објекти. Ваквиот комплекс од повеќе различни објекти се вика систем на одводнување (*Слика 6.3.*). Во случајот кога станува збор за одводнувањето на ПЈС, со оглед на условите и приликите во работната средина, како најефикасни системи се определени:

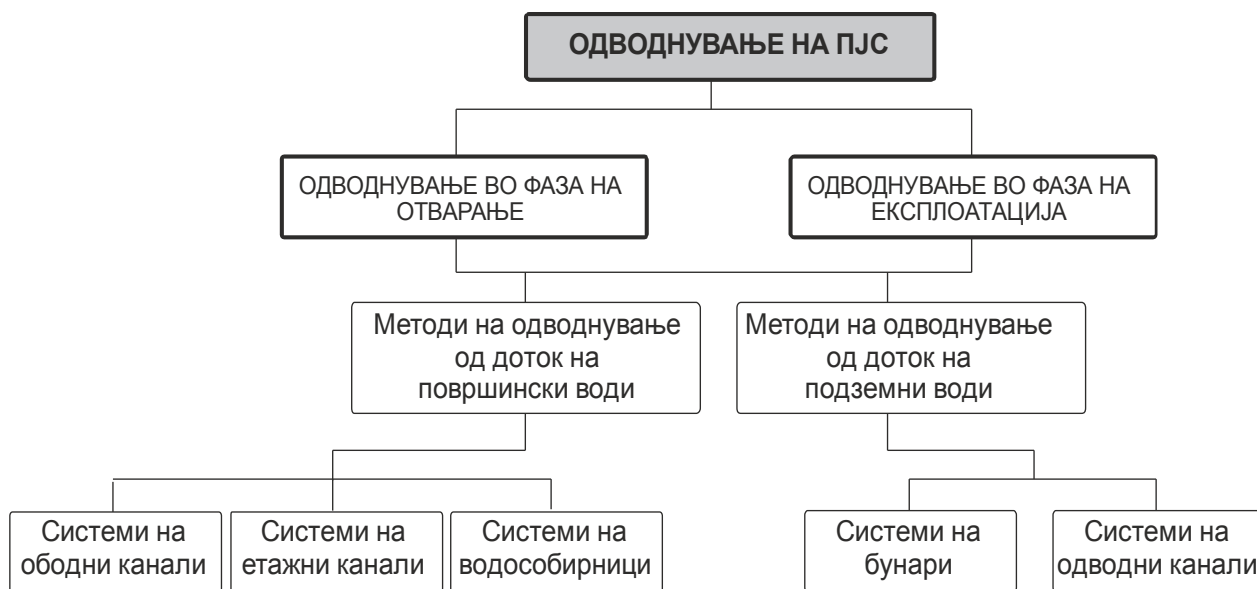
- Системи на дренажни бунари со длабински (бунарски) пумпи,
- Системи на ободни и дренажни канали
- Системи на етажни и централни водособирници

Имајќи ги во предвид условите за експлоатација и карактеристиките на ПЈС, а со тоа и значењето на хидротехничките објектите во системите за одводнување, од нив се бара сигурност во работата и економика во технолошкиот процес, како и да ги исполнуваат следните услови:

- Обезбедување на нормални услови за работа на основната и помошната механизација

- Со усвоените техничко – економски решенија да ги опфаќаат сите можни рационални системи за дадените хидрогеолошки, инженерско геолошки и рударско технички услови
- Да се гарантира неопходно одводнување на секој од застапените слоеви во наоѓалиштето или изданите, во одредени гранични услови на одводнување
- Системот на одводнување да биде усогласен со динамиката и развојот на ПЈС
- Да овозможува континуитет во експлоатациониот процес од фазата на отворање и разработка на наоѓалиштето, во фазата на експлоатација на ПЈС, со можност за надоградба на хидротехнички објекти за одводнување.

Одводнувањето на ПЈС (Слика 6.4.), со оглед на тоа дека станува збор за одводнување на рудник кој е во фаза на отворање, пристапот на неговото одводнување е поделен на две фази и тоа:



Слика 6.4. Методи и системи на одводнување во ПЈС

Figure 6.4. Methods and systems of drainage in PJS

- Одводнување во фаза на отварање на ПЈС и
- Одводнување во фазата на експлоатација на ПЈС

Од хидролошки и хидрогеолошки аспект за одводнување на ПЈС ќе се применуваат методи за одводнување на дотоците на површински и подземни води. За нив пак ќе се активираат соодветни системи за одводнување кои во случајот на ПЈС се најсоодветни во конкретните хидрогеолошки и рударско – технолошки услови.

7. ЗАШТИТА НА ПОДИНСКАТА ЈАГЛЕНОВА СЕРИЈА ОД ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Подинската јагленова серија се отвара од подината на постојниот рудник „Суводол“. Фронтот на работите напредува од југ кон север, односно спротивно на напредувањето на фронтот на работите на постојаниот рудник.

Заштитата на подинската јагленова серија од подземни води и површински води поделена е на две фази:

- Заштита од подземни и површински води во фаза на отварање;
- Заштита од подземни и површински води во фаза на експлоатација

7.1. Заштита на ПЈС од подземни и површински води во фазата на отварање

Рударските работи во фаза на отварање на ПЈС, се вршат во кровинскиот комплекс и јагленот. На овие работи влијае кровинската издан формирана во прашиностите песоци со хетерогена гранулација и сочива со синозрнести до крупнозрнести песоци. Генералниот пад на комплексот е од југ према север согласно генералниот пад на јагленовата серија.

Овој комплекс исклинува према југ во зоната на профилската линија 70, а дебелината се зголемува према север. Дебелината на комплексот се зголемува и до 70 m према синклиналниот дел на наоѓалиштето во зоната на профилите 47 и 62, каде подината на комплексот хипсометријски е најнизок. За изработка на усекот, потребно е да се снижи пиезометарското ниво на најниската точка од усекот, околу кота 515 (m_{nv}), односно околу 45 – 65 m.

Единствен рационален начин за одводнување во хидрогеолошка смисла на седиментите во кровинскиот комплекс и смалувањето на пиезометрискиот притисок во подлабоките седименти е изработката на дренажни бунари.

Дебелината на кровинскиот комплекс и хетерогениот состав на седиментите, наметнува потреба од линиска низа на бунари паралелно со усекот на отварање.

Рационалното растојание на бунарите во низот (40 – 80 m), овозможува да се постигне стабилност на работните косини и смали приливот на води во усекот.

Отварањето на ПЈС е избрано да биде на југозападната страна на ограничениот лежиште, во зоната на попречниот профил 48-48'. Рудникот се отвара со два надворешни и еден внатрешен усек.

Првиот надворешен усек е со должина 364,97 m, а другиот со должина од 475,44 m. И двата усеци на крајот се на нивелета к+594,48 mnnv. На оваа нивелета помеѓу профилските линии 53 и 51 (правец југозапад-североисток) и 48-50 (правец северозапад-југоисток) се прави плато за сместување на погонските и повратните станици на извозните транспортери за јаловина и јаглен.

Внатрешниот усек се прави од платото к+594,48 (mnnv) до профилот 72-72' на кота к+507,05 (mnnv). Оската на усекот е паралелна со профилот 53-53'. Должината на усекот е 1.225,06 m. Висинската разлика помеѓу платото и дното на усекот на профилот 72-72' по оската на усекот е 87,43 m и се совладува променлив нагиб на трасата од 0,9 – 24,5 %.

Земјените работи во фазата на отварање се врши во прашинасто-песковита кровинска серија и јаглен.

Во зоната на изработка на усекот, се наоѓа дел од кровинската издан која исклинува на југозапад и југ. Кровинските седименти, претставени со песоци, прадини и глини, се хетерогени во хоризонтален и вертикален правец.

7.1.1. Заштита на ПЈС од подземни води во фазата на отварање

Работите во фазата на отварање на ПЈС се вршат во прашинасто – песоковата кровинска серија и во јагленот.

Заштитата на усекот од подземните води од кровинската издан е поставена на следниот начин:

- Предвидените бунари се поставени во низ по ободната источна граница на внатрешниот усек (Б1 до Б16)

- Бунарите (Б2, Б4, Б6, Б8, Б9, Б10, Б12, Б13, Б14, Б15 И Б16) ,се бушат на 5(*m*) во подината на кровинскиот комплекс со водоприемен дел на бунарската конструкција по целата должина на дебелината на кровинската издан. Бунарската конструкција е од шљунчано-песоклиф филтер (*Прилог-2*)

- Бунарите (Б1, Б3, Б5, Б7 и Б11) се бушат 20 *m* во подинскиот комплекс со водоприемен дел по целата конструкција. Бунарската конструкција исто така е од шљунчано-песоклиф филтер (*Прилог-2*)

- Предодводнувањето на кровинската издан и на дел од подинската издан треба да биде активно 15 - 18 месеци пред почетокот на работи во подлабоките делови на внатрешниот усек.

Предодводнувањето на кровинската издан и дел од подинската издан планирано е да се направи со 16 бунари по источната граница на внатрешниот усек, околу профилот 51-51', на меѓусебно растојание од околу 35 – 50 *m*.

Од симулираниот хидродинамички модел добиени се следните резултати:

- После првата година на одводнување, пиезометрискиот притисок ќе биде спуштен под првата етажа на целата должина на усекот, под третата етажа на делницата на профилите 60-60' и 66-66', а на останатиот дел под третата етажа (*Прилог-5*)

- После втората година од одводнувањето, пиезометарскиот притисок ќе биде спуштен испод најниската нивелета на целата должина на усекот, освен во делницата измеѓу профилите 64-64' и 68-68'. Локалните истекувања од оваа неодводната средина ќе се решаваат тековно – оперативно. (*Прилог-6*)

- Со работа на усекот помеѓу профилот 52-52' и околу профилот 64-64', делимично се отвара подинската издан. Прифаќањето на водите ќе се врши со локални канали и ќе се спроведува во водособирник.

- Заради хетерогеноста на кровинскиот комплекс, при изработката на усекот можни се локални истекувања на води. Овие ист

предизвикаат суфозија на материјалите и помали локални откинувања на блокови од материјалот.

Табела 7.1.

Table 7.1.

Ознака на бунарот <i>Well mark</i>	Координати <i>Koordinates</i>			Длабочина на бунарот <i>Depth of the well (m)</i>	Капацитет <i>Capacity (l/s)</i>	Издан <i>Ground water</i>
	Y	Z	Z			
Б1	7 545 004	4 544 158	577	109	0.6	К+Р
Б2	7 544 979	4 544 208	576	67	1.9	К
Б3	7 544 967	4 544 258	576	126	3.9	К+Р
Б4	7 544 942	4 544 307	577	81	4	К
Б5	7 544 917	4 544 332	579	134	2.8	К+Р
Б6	7 544 891	4 544 358	579	88	1.8	К
Б7	7 544 880	4 544 383	580	143	5.5	К
Б8	7 544 855	4 544 407	581	93	4.3	К
Б9	7 544 830	4 544 420	582	96	4.5	К+Р
Б10	7 544 817	4 544 445	581	95	4.5	К
Б11	7 544 804	4 544 471	576	139	4.5	К
Б12	7 544 779	4 544 494	572	79	3	К
Б13	7 544 768	4 544 520	570	74	2.5	К
Б14	7 544 755	4 544 545	568	70	2.5	К
Б15	7 544 730	4 544 558	564	61	1	К
Б16	7 544 704	4 544 608	556	43	0.5	К
Σ				1.498	47.8	

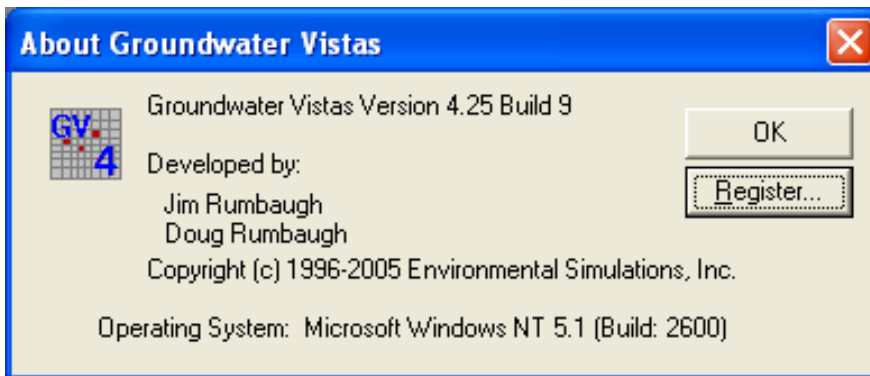
Предвидените 16 бунари се со длабочина од 43 – 143 *m*, или вкупна должина од 1.498 *m*. Капацитетот на бунарите во систем е 0,5 – 5,5 *l/s*.

Прегледот на проектираните дренажни бунари во зоната на усекот за отварање на ПЈС е прикажан во *Табела 7.1*.

7.1.1.1. Критериуми и хидродинамички пресметки на системите за одводнување

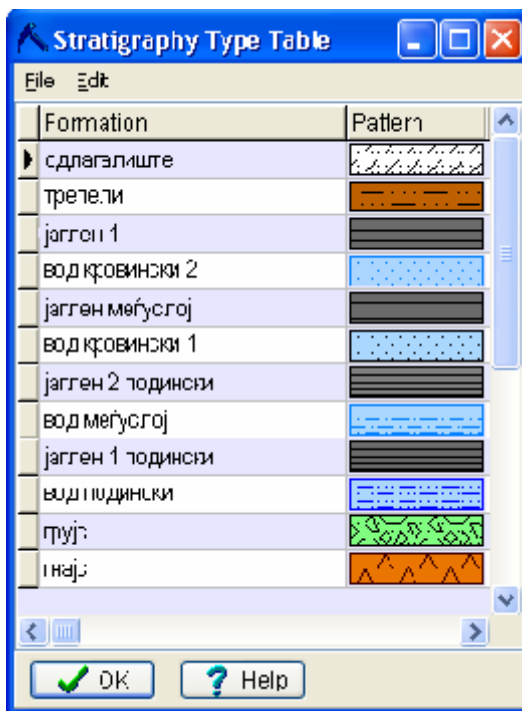
Хидродинамичката анализа на струење на подземните води во рудникот „Суводол“, при проектирањето на ПЈС и заштитата од води при неговата експлоатација, е изработена со користење на софтвер Groundwater Vistas-4. (Слика 7.1.). Моделот го опфаќа подрачјето на протегање

јаглен во неговите дефинирани граници. Димензиите на матрицата на моделот се 240



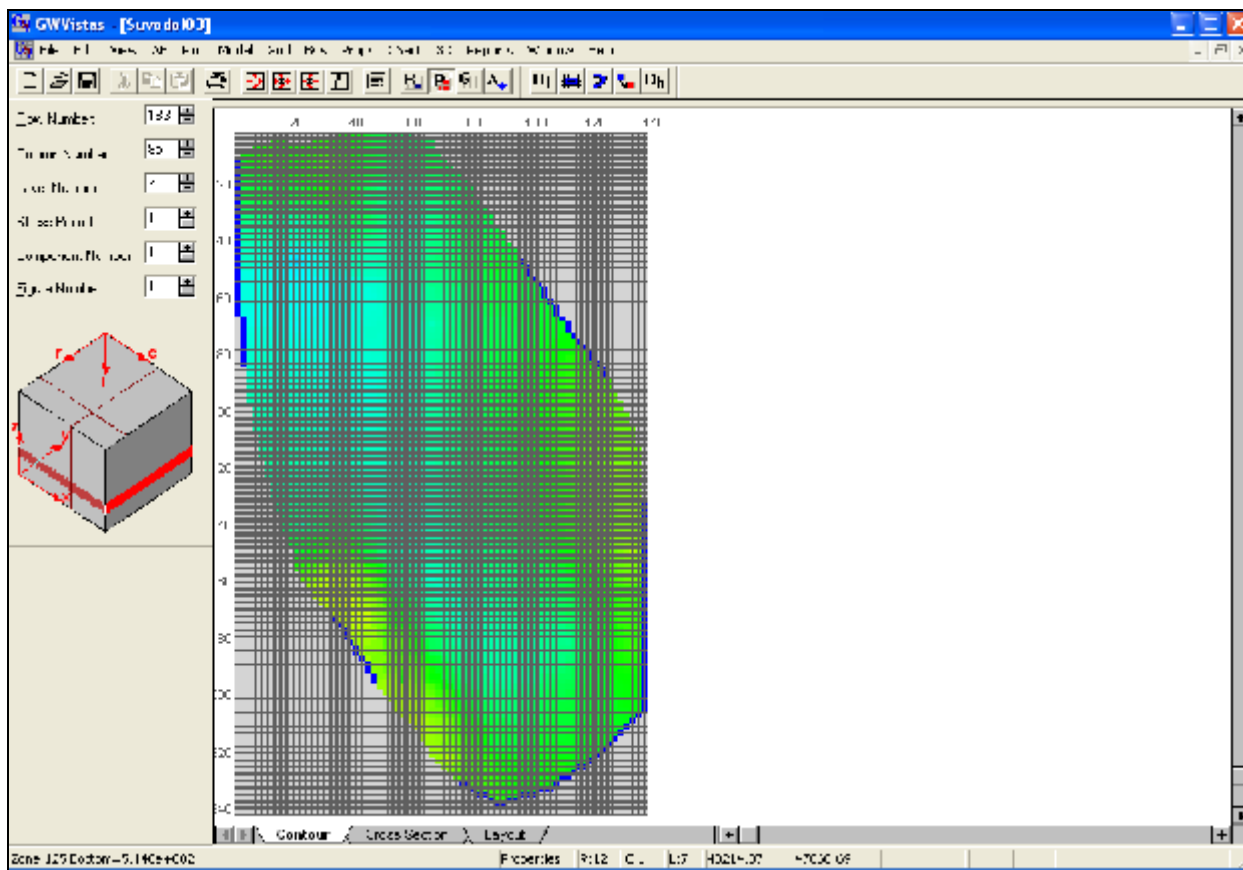
Слика 7.1. Комерцијален софтвер Groundwater Vistas-4
Figure 7.1. Commercial software Groundwater Vistas-4

редови и 140 колони. Полињата на дискретизација се шематизирани како квадратни, со димензии $12.5m \times 12.5m$. Вкупната површина на теренот опфатена со моделот е $5.25km^2$. Во моделот се вградени 9 шематизирани слоеви Слика 7.2. издвоени во претходната постапка на геолошка и хидрогеолошка интерпретација.



Слика 7.2. Шематизација на издвоените хидрогеолошки чле
Figure 7.2. Schematic survey of particular hydro-geological parts of PK „

На Слика 7.3. е прикажан моделот на ПК „Суводол“ во план, со мрежа и основни гранични услови на контурите на моделот



Слика 7.3. Интерфејс на софтверот и модел на ПК „Суводол“, приказ во хоризонтална рамнина
Figure 7.3. Software interface and model of PK Suvodol, survey in horizontal plain

Овај софтвер овозможува симулација на струење на подземните води во различни услови: под притисок, со слободни нивоа, стационарно, нестационарно, во една или повеќеслојна порозна средина која може да се шематизира со моделот на континуум. Шематизираниите слоеви можат да бидат геометриски променливи, со хетероген распоред на филтрационите карактеристики.

Расположивиот избор на гранични услови во моделот овозможува реална симулација на различни хидрогеолошки појави на теренот. Во нестационарни услови на симулација на струењето на подземните води можат да се користат

временски и просторно променливи гранични услови. Ова е особено значајно кај проблемот како што е следење на развојот на површинскиот рудник.

Земајќи ги во предвид условите на теренот, како и концепцијата на отварање на рудникот за експлоатација на ПЈС, одводнувањето на подземните води во усекот во периодот на негово отварање, поставено е во моделот и анализирано како предодводнување. Тоа значи дека оваа фаза од отварањето и експлоатацијата на ПЈС треба да се третира како фаза во динамиката која треба да отпочне динамички пред започнувањето со земјените работи за отварање на ПЈС.

Приоритетот во користење на низови од бунари е во максималното обезбедување на условите за изработка на усекот, односно нивото на подземни води во зоната на усекот да биде под работната кота на етажата. Со други зборови, динамиката и ефектите од ова предодводнување треба да бидат такви, да не зависат од работите на усекот, а при тоа да ги исполнува основните барања.

Врз основа на ваквата концепција поставен е низот на бунари, непосредно до североисточната надворешна граница на усекот. Покрај тоа овие бунари треба во одредена мерка да извршат предодводнување на поширокиот простор на наоѓалиштето на подинската серија.

7.1.2. Заштита на ПЈС од дотокот на површински води во фазата на отварање

При решавањето на проблемот за одводнување на усекот на отварање на ПЈС, неодминлив е фактот дека работното подрачје претставува депресија кон која гравитираат сите води од позадината на усекот од големо сливно подрачје. При изборот на технички решенија за заштита на усекот од дотокот на површински води, се имаа во предвид следните фактори: геолошката градба на теренот, морфологијата на теренот, моменталниот систем за заштита од води на овој дел од рудникот, моменталната состојба на рударските работи, големината на заводнетост на кровинските наслаги и длабочината до нивото на подземни води.

За решавањето на проблемот за заштита на усекот од површински води, ќе се применуваат исти објекти кои се применуваат и при експлоатацијата на ГЈС.

Критериумите за димензионирање на објектите за заштита на ПЈС од дотокот на површинските води се:

- Врнежите за 50 (педесет) годишен повратен период со едночасовен интензитет на траење за ободните и заштитни канали во количина од 50 *mm*
- Врнежите за 50 (педесет) годишен повратен период со еднодневен интензитет на траење за пумпните станици во количина од 85 *mm*.
- Просечната вредност на коефициентот на истекување од сливните површини од работната фигура на усекот е 0,65.

За изработка на двата надворешни усеци и внатрешниот усек на отварање на ПЈС, усвоена е следната концепција на заштита од водите:

- Заштитата на работната фигура на усекот од површински води кои гравитираат кон усеците ќе се врши со изработка на ободни канали
- Атмосферските води кои ќе паднат во усекот, ќе се прифаќаат со систем на канали кои водата ќе ја спроведуваат до водособирниците. Од водособирниците со пумпни агрегати водата ќе се препумпува надвор од границите на рудникот
- Подземните води кои истекуваат од хидрогеолошките комплекси, ќе се прифаќаат со систем на канали и ќе се спроведуваат до водособирникот
- Заштитата на внатрешниот усек од површински води пред фронтот на работите, ќе се врши со врзни и попречни канали.

Во близина на усекот на отварање не постојат природни водотоци. Најголемиот дел од површинските води од сливната површина која се протега од југоисточната страна на рудникот, од надворешните одлагалишта, кон помошните усеци, зафатен е со ободниот канал ОК-5. ободниот канал ОК-5 завршува во зоната вториот усек на кота 636 *m*.

Ободниот канал ОК-5 е реципиент за водите кои се препумпуваат преку два цевководи Φ 200 *mm* од главниот водособирник лоциран на к близина на внатрешното одлагалиште. На *Сликата 7.4.* е

канал ОК-5 со истекот од двата цевководи, а на Слика 7.5. е прикажан главниот водособиричник V1-3 од кој се препумпува водата.



Слика 7.4. Ободен канал ОК-5
Figure 7.4. Edge canal OK-5



Слика 7.5. Главен водособиричник (V1-3)
Figure 7.5. Place for collecting water (V1-3)

Со направените анализи на сливното подрачје и водите кои гравитираат кон ПЈС (од надворешното одлагалиште и теренот под надворешното одлагалиште кон ПЈС), дефинирани се објектите за заштита на рудникот од површински води. Станува збор за заштитен ободен канал ЗОК-5, кој треба да се изгради во продолжение на ОК-5 кон југ во должина од 2.184 *m*. Неговото димензионирање е извршено врз основа на максималните педесетогодишни води за времетраење од еден час (едно часовен прилив на води). Пресметката на меродавните количини на вода за димензионирање на каналот ќе се врши само за атмосферските води.

Во *Табелата 7.2.* се прикажани влезните податоци за димензионирање на приливот на површинските води од сливното подрачје кое гравитира кон ЗОК-5.

Табела 7.2.

Table 7.2.

Влезен податок <i>Input data</i>	Единична мерка <i>unit measurement</i>	Вредност <i>Value</i>
Коефициент на истекување <i>Outflow coefficient</i>		$\alpha = 0.65$
Количина на врнежи <i>Quantity of rainfall</i>	(mm)	48,21
Времетраење на врнежите <i>Duration of rainfall</i>	(min)	60
Сливна површина <i>Drain area</i>	(km ²)	0,497504
Очекуван доток од сливната површина Q_p <i>Anticipated inflow of drain surface Q_p</i>	(m ³ /s)	4,33
Бочен агол на косината на каналот <i>Side angle of canal</i>	(°)	45
Коефициент на рапавост според Базин <i>Coefficient of roughness by Bazin</i>	γ	1,3
Пад и должина на каналот <i>Slope and length of canal</i>		
Ознака на делницата <i>Mark of the canal length</i>	Должина <i>Length</i>	Пад на каналот (‰) <i>Slope</i>
1	1642	21,01
2	542	56,08

За заштита на усекот на отварање од приливот на површински води, предвидена е изработка на систем на канали (етажни канали Ек, врзни канали Вк и попречни канали Пк), привремен водособиричник (од 100 водособирици (V_1 и V_2 , со пумпни станици P_1 и P_2).

По должина на источната граница на внатрешниот усек предвидено е поставување на цевковод во должина од 1.173 m.

Големата должина на помошните и внатрешните усеци со голем пад од 0,9 до 24,5%, бара прифаќање на површинските води внатре во усекот во две издвоени зони. Првата зона почнува со влегувањето во надворешниот усек од кота 630 m, усек-1 и кота 621 m, усек-2, а завршува со профилот 54-54' и кота 569 m. Во првата зона, која ја прават која ја прават двата надворешни усеци и дел од внатрешниот усек до профилот 54-54' се до местото на формирање на сталниот водособирник Vu-1.

Во пресекот на профилите 54-54' и 53-53' на кота 569 m ќе се формира сталниот водособирник Vu-1. Тој во крајната фаза на завршување на внатрешниот усек ќе ги превзема сите површински води кои гравитираат до профилот 54-54'. Водите од овој водособирник преку цевковод $\Phi 125\text{ mm}$, поставен паралелно на профилот 53-53' и натаму кон првиот усек од северната страна, ќе се спроведи во ободниот канал ОК-5 на кота 637 m.

За целото време на формирање на етажните рамнини, заштитата на овој дел на внатрешниот усек од површински води и води пристигнати гравитациски од делот на неодводнетите етажи, ќе се врши со користење на привремени етажни канали и мали привремени водособирници со препумпување во гравитациски цевковод $\Phi 200/250\text{ mm}$.

Заради собирање на водите кои истекуваат по косините на усеците ќе се изработуваат **етажни канали** кои ќе ја спроведуваат водата до интервентни, привремени или стални водособирници. Се димензионираат за едночасовни интензивни води со веројатност на појавување од 50%. Максималниот пад на етажните канали е $J = 1-2\%$ и максимална количина на вода од $Q = 1\text{ m}^3/\text{s}$ доколку условите на теренот условуваат изработка на канали со пад поголем од 2 %, тогаш каналите се изработуваат каскадно.

До завршувањето на изработката на внатрешниот усек, етажните канали се од привремен карактер. Со завршувањето пак на усекот, каналите остануваат во употреба до крајот на функционирањето на усекот.

7.2. Заштита на ПЈС од подземни и површински води во фазата на експлоатација

Фазата на експлоатација на ПЈС подразбира откопување на откривка и откопување на јаглен.

Откопувањето на јаловината ќе се врши на два простори. Првиот простор е помеѓу профилските линии 72-72' на југ и 48-48' на север. Се откопува глиновито-прашинеста-песковита кровинска серија, каде се наоѓа дел од кровинската издан која исклинува на југозапад и југ. Другиот простор се наоѓа помеѓу профилските линии 42-42' на југ и 20-20' на север. Во овој простор се наоѓаат масите од внатрешното одлагалиште на „0“-БТО систем од „Суводол“.

Откопувањето на јагленовата серија ќе се врши помеѓу профилските линии 72-72' на југ и 60-60' на север. Со рударските работи ќе се зафатат глиновито-прашинеста-песковита кровинска серија и подинската јагленова серија.

Во ограничениот простор на ПЈС се наоѓа дел од кровинскиот (К), меѓуслојниот (M_1) и меѓуслојниот (M_2) издан, а подината на еден дел се наоѓа на кровината на подинската издан (П).

7.2.1. Заштита на ПЈС од подземни води во фазата на експлоатација

Во периодот од првите пет години од фазата на експлоатација на ПЈС, извршена е поделба по вертикала на три работни целини на откопување на откривка и една работна средина на откопување на јаглен.

Техничкото решение за заштита на површинскиот коп од подземни води бара познавање на параметрите на копот и хидрогеолошките средини.

Параметри на копот на кои треба да се обрне внимание кај изборот на решението се:

- Големина на работната фигура на копот;
- Годишни напредувања –поместување на работната ф

- Положба на основната и помошната механизација во однос на најниската етажа.

Хидрогеолошките параметри во фаза на истражување се добиваат врз основа на точкasti информации од геолошките средини, кои во природни услови не се создадени како хомогени целини. Потребна е шематизација на хидрогеолошката средина за да се применат пресметките направени за идеални хомогени средини со константни параметри.

Степенот на хидрогеолошката истраженост на набљудуваниот простор го одредува нивото на шематизација и точност на решението.

Хидрогеолошки параметри на кои треба да се обрне внимание при изборот на решението се:

- Геометрија на водоносните средини и гранични услови;
- Прихранување и празнење на водоносната средина во природни и вештачки услови;
- Историјат на пиезометарските нивоа на поединечните средини во природни и вештачки услови под влијание на работата на водозафатите;
- Филтрациони карактеристики на средината;
- Дебелина на средината;
- Положба на водоносната средина во однос на работната фигура на копот.

Во *Табелата 7.3.* е прикажана дебелината и коефициентот на филтрација за поедини издани во зоната на проектираниот коп.

Во фазата на експлоатација на ПЈС, техничкото решение за заштита на рудникот од подземните води, предвидува нивно прифаќање со :

- Изработка на дренажни бунари
- Изработка на дренажни канали
- Гравитациско истекување на водите од работните етажи

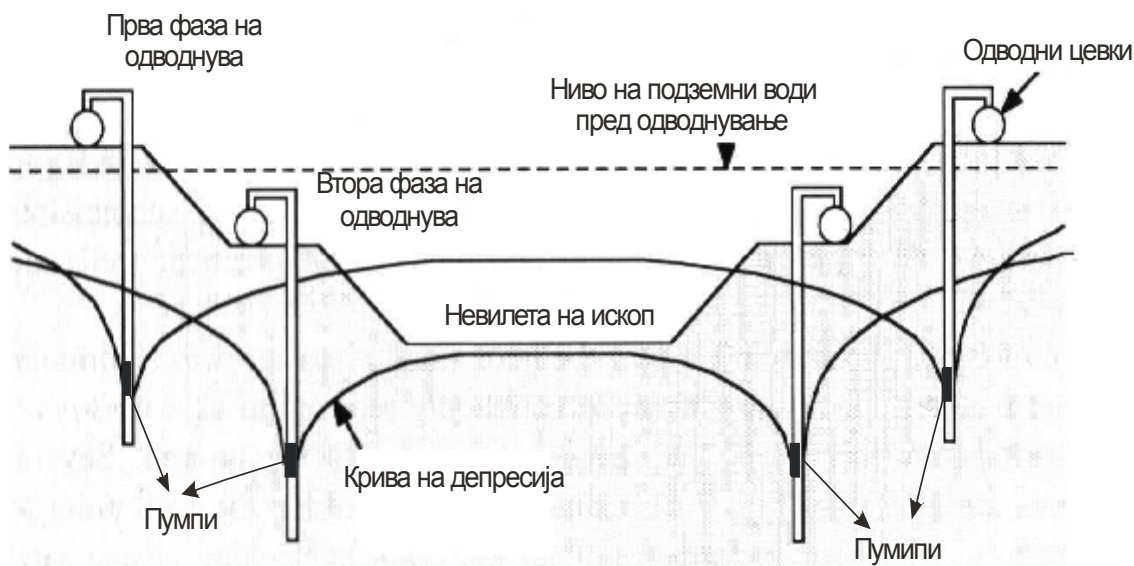
Дренажни бунари

Бунарите како хидретохнички објекти спаѓаат во гру дренажни простории. Се користат за одводнување на кровин

кровинско-подинските серии. При црпењето на водата од бунарите со нивното користење се постигнува спуштање на нивото на подземни води со што се постигнува намалување на ризикот од прилив на подземни води во фазата на отварање и експлоатација, како и намалувањето на влијанијата кои придонесуваат на намалување на степенот односно коефициентот на стабилност. Функцијата на бунарските системи е прикажана на *Слика 7.6*.

Табела 7.3.
Table 7.3.

Р. бр. No	Издан <i>Ground water</i>	Водоносна средина <i>Water supply area</i>		
		Комплекс <i>facilities</i>	Дебелина <i>Thickness</i>	Коефициент на филтрација <i>Filtration coefficient</i>
			m	m/s
1	Кровински <i>Upper-layer</i> (K)	Прашинести песоци со хетерогена гранулација. песклива прашина и прослојки од песок <i>Dusty sand with heterogeneous granulation, sandy dust and sub layers of sand</i>	до 70	1E-5 до1E-7
2	Меѓуслоен <i>In-between</i> (M2)	Прашинести песоци со хетерогена гранулација. песклива прашина и прослојки од песок <i>Dusty sand with heterogeneous granulation, sandy dust and sub layers of sand</i>	до 70	1E-5 до1E-7
3	Меѓуслоен <i>In-between</i> (M1)	Прашинести песоци со хетерогена гранулација. песклива прашина и прослојки од песок <i>Dusty sand with heterogeneous granulation, sandy dust and sub layers of sand</i>	до 5	до1E-5
4	Подински <i>Lower-layer</i> (P)	Грус од гнајс, гнајс и прашиност песок <i>Rotten gnais, gnais and dusty sand</i>	до 5	1E-4 до1E-5



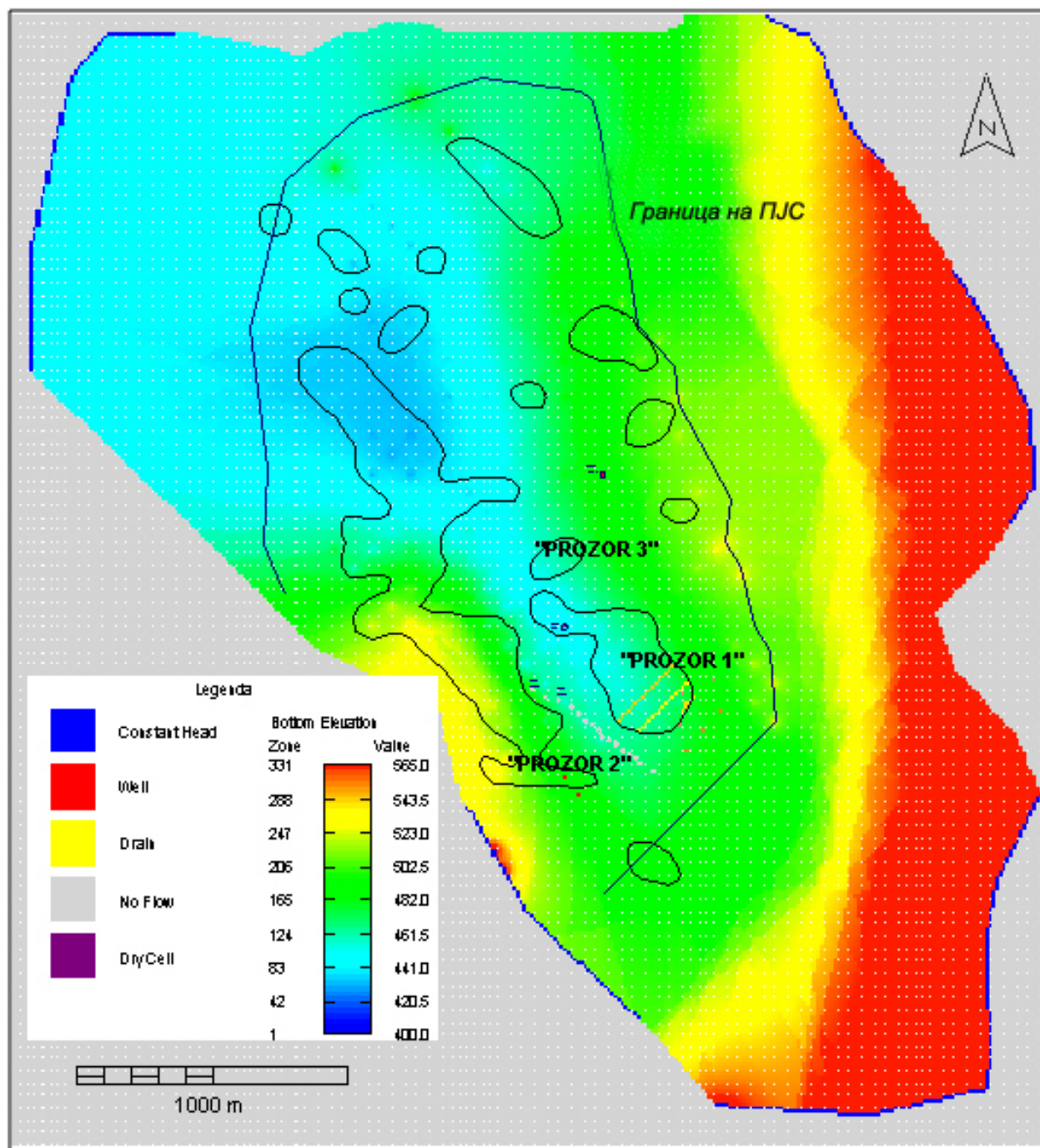
Слика 7.6. Влијание на бунарските системи во снижување на нивото на подземни води
Figure 7.6. Influence of well systems in decreasing of the level of underground waters

Со изработката на дренажни бунари во функција на технолошкиот процес на ПЈС, треба да се спушти пиезометарскиот притисок во сите издани кои се наоѓаат во зоната на рударските работи. Положбата и длабочината на бунарите во хипсометриски најнискиот дел на идниот рудник ќе овозможуваат влијание на дренажниот систем на сите издани до подината на рудникот.

За потребите на заштита на проектираниот коп од подземни води во фазата на отворање и првите пет години од експлоатацијата се планира:

- Изработка на 16 бунари по источната граница на внатрешниот усек за отворање, помеѓу профилските линии 47-47' и 51-51', на меѓусебно растојание од 35-50 m од профилската линија 58-58' до 68-68'. Бунарите В-1, В-3, В-5, В-7 и В-11 се дупчат 10-15 m во подината на проектираниот коп, а другите бунари 5 m во подината на кровинскиот комплекс.
- Изработка на 3 бунари (BD-1, BD-2 и BD-3) во зоната на прозорот¹ „1“, (непосреден контакт на подинската јагленова серија и подинскиот издан).

¹ „прозори“, или зони на директен контакт на подинскиот издан со јагленовата сеј овозможен е излез на подземните води на површината во текот на експлоатацијата



Слика 7.7. Математички модел на подинскиот издан на ПК ПЈС
 Figure 7.7. Mathematical model of lower- layer ground water of PK PJS

Бунарите се дупчат 10-15 m во подината на проектираниот коп. Бунарите се изработуваат од површината на постојниот терен.

- Изработка на 3 бунари (BD-4, BD-5 и BD-6) во зоната на прозор „2“, (непосредниот контакт на подинската јагленова серија и подинскиот издан.). Бунарите се дупчат 10-15 m во подината на проектираниот коп. Бунарите се изработуваат од површината на постојниот терен.

- Изработка на 3 бунари (BD-7, BD-8 и BD-9) зад фронтот на рударските работи во зоната на прозор „1“, (непосреден контакт на подинската јагленова серија и подинскиот издан.). Бунарите се дупчат 10-15 m од подината на изведениот коп.

- Се изработуваат совршени бунари со водоприемен дел долж целата бунарска конструкција. Бунарската конструкција е од синтетизиран чакалесто-песочен филтер, кој ги поврзува сите водоносни средини.

- Заради неповолните филтрациони својства на водоносните средини потребно е да се изврши предодводнување со вклучување на дренажен систем 18-24 месеци пред почетокот на работите во подлабокиот дел од внатрешниот усек и површински коп.

За потребите од следење на работата на дренажниот систем се планира изработка на:

- Пет пиезометри во зоната на усекот за отворање;
- Еден пиезометар во зоната на прозор „1“;
- Три пиезометри во зоната на прозор „2“;
- Еден пиезометар во зоната зад прозор „1“ (зад рударските работи).

Со изработката на проектираните бунари и со тестирање на бунарите се одредуваат услови за работа на поединечните бунари и за целиот систем на бунари.

Во експлоатациониот период секојдневно се врши регистрирање на нивоата на вода во бунарите и набљудувачките пиезометри, како и капацитетот на црпење на вода.

Врз основа на Дневни записници се изработува Месечен извештај за состојбата на нивоата на подземни води и ефектот од работата на дренажниот систем.

Стручна екипа од површинскиот коп и проектантите на дренажниот систем вршат корекција на работата на системот со цел оптимално одводнување.

Резултатите од вкупната работа на дренажниот систем ќе им послужат на проектантите за наредните фази на развој на копот да постават поефикасен систем за заштита од подземни води.

Дренажни канали

Изработката на дренажни канали во подината на рудникот, позади рударските работи, паралелно со ножицата на најниската јагленова етажа, овозможува прифаќање на подземните води од основната стена (грус на гнајс и гнајс). Гнајсот се наоѓа непосредно на подината на рудникот во зоната на профилите 62-62' и 72-72'.

Овие ровови можат да се користат како собирни канали во рамките на заштитата на копот од површински води и како дренажен систем за подлогата на идното внатрешно одлагалиште.

Бројот и локацијата на дренажните ровови се во директна врска со остварената динамика на развој на копот. Критериумите за изработка на дренажните ровови, при изработката на годишните планови и месечни оперативни планови, се:

- Тие да се изработуваат во подината на копот, во зоната на непосредниот контакт со основната карпа или со водоносни песоци;
- Да се изработуваат на растојание од 50-70 m паралелно со ножицата на најниската јагленова етажа;
- Длабината на ровот се прилагодува со откопаната површина, така што текот на водите се насочува кон водособирниците.

Гравитационо истекување на подземните води на работните косини

Дренажните системи од типот на дренажни бунари не се водонепропустна бариера за спречување на приливот од подземни води во копот. Водонепропустните екрани се скапи и непотребни објекти во рударството, каде што треба да се штити работната фигура на копот со голема површина, која е со променлив облик и положба во функција на времето.

На сите работни етажи доаѓа до истекување на подземните води по привилегирани правци. Водата се прифаќа од привремени канали до етажните канали, потоа понатаму се канализира кон најблискиот водособирник. Временскиот период на изработка на етажите овозможува делумно исушување на етажите до следното поминување на багерот.

7.2.2. Заштита на ПЈС од површински води во фазата на експлоатација

Фазата на експлоатација на ПК ПЈС опфаќа временски период од завршувањето на главниот усек до крајот на векот на експлоатација на рудникот. Според тоа техничките решенија за одбрана на рудникот од површински (атмосферски) води треба да и овозможуваат непречена работа на механизацијата и вработените во рудникот.

Техничкото решение за заштитата на копот од површински води се базира на следниве поставки:

- Со ободните канали се прифаќаат водите кои се надвор од границите на рудникот а гравитираат кон него и се одведуваат во реципиенти надвор од рудникот;
- Атмосферските води кои ќе паднат на работното подрачје на рудникот, се одведуваат и се собираат во водособирници и помали акумулации;
- Водата собрана во водособирниците и помалите акумулации се отстранува со пумпни агрегати, стационарни или преносни;

- Со таложници прифатените води од каналите се ослободуваат од цврстите фракции и така прочистените води се насочуваат кон водособирниците и понатаму кон реципиентите;
- Собраните води се одведуваат надвор од контурите на копот на северозападната граница на копот во ободниот канал ОК-5 и понатаму во "Црна Река".

Објектите за одводнување кои се актуелни во текот на целата експлоатација на ПК ПЈС се ободните канали на западната граница од копот (ОК-5 и ZOK-5), на северо-западната OKS-2, на северната и северо-источната OKS-3, на источната ОК-1 и ОК-2 и на повисоките коти долж источната граница на копот меѓу првите направениот ободниот канал (GZK) и од јужната страна ОК3-1 и ОК3-2. Другите канали се од привремен карактер и со динамиката на експлоатација, ќе претрпат соодветни скратувања или ликвидација.

Во текот на различните фази на експлоатација на ПЈС, објектите за одводнување ќе претрпуваат измени во поглед на нивната локација и димензии, а сè во зависност од динамиката и развојот на рудникот.(Прилог-7.)

Димензионирањето на капиталните хидротехнички објекти (GVs-главен водособирник и CVs-централен водособирник), кои ќе бидат во функција на одводнивање на ПЈС во фазата на експлоатација, се врши врз основа на пресметки за врнежи од 50 - годишен повратен период, времетраење од 24 h и со време на доцнење на вклучување на пумпите од 25 min.

Димензионирањето пак на етажните водособирници (EVs) е извршено врз основа на врнежи на 10 - годишен повратен период, со интензитет на траење од 1h. Влезните параметри кои се користат при димензионирање на водособирниците се дадени во *Табела 7.4.*

Влезните параметри за димензионирање на пумпите, односно пумпните станици, се прикажани во *Табела 7.5.*

Основната концепција за заштита на ПЈС од површински води, покрај што се состои од објекти како што се водособирниците и пумпните станици, се состои и од системи на ободни канали и системи на етажни канали.

Табела 7.4.

Table 7.4.

Коефициент на истекување <i>Outflow coefficient</i>	(-)
Висина на врнежи <i>Precipitation of rainfall</i>	(m)
Времетраење на врнежите <i>Duration of rainfall</i>	(s)
Сливна површина <i>Drain surface</i>	(m ²)
Мах. дневни врнежи <i>Max. daily rainfall</i>	(m)
Мах. месечни врнежи <i>Monthly rainfall</i>	(m)
Доцнење со пумпањето <i>Delay of pumping</i>	(h)
Дотек на подземни води <i>Inflow of underground water</i>	(m ³ /s)

Ободните канали (ОК-5, ZOK-5, GZK) во најголем дел се изработени пред почетокот на изградбата на помошните усеци и главниот усек за отворање и ќе бидат во функција до крајот на експлоатацијата на ПЈС. Некои ободни канали ќе бидат изградени, скратувани и ликвидирани во текот на самата експлоатација.

Етажните канали се изработуваат на јаловинските и јагленовите етажи за да ги соберат атмосферските води и водите кои гравитационо излегуваат од косините на етажите. Нивната изработка е во директна зависност од динамиката на напредувањето на рударските работи. Целата вода пристигната во етажните канали по најкус пат гравитационо се спроведува до привремените и главните водособирици. Етажите на предодлагалиштето и внатрешното одлагалиште треба да се изработуваат со благ пад за да може водата гравитационо да истекува надвор од работниот простор.

Етажните канали кои се изработуваат на јагленовите етажи главно немаат дренажна функција (освен ако не ја прифаќаат водата од песоковите прослојки или природните раседи и новонастанатите пукнатини), туку првенствено ја прифаќаат и насочуваат водата од атмосферските врнежи. Влезни параметри и геометриски карактеристики при димензионирањето и хидрауличките пресметки на каналите се дадени во *Табелите*: 7.6. и 7.7.

ТАБЕЛА 7.5.

ТАБЕЛА 7.6 И 7.7.

ХИДРАУЛИЧНА ПРЕСМЕТКА НА КАНАЛИТЕ

Количината на вода од атмосферско потекло, меродавна за димензионирање на каналите, се одредува преку изразот:

$$Q_T = F \cdot i_{pt} \cdot a$$

каде е:

Q_T – Дотек на вода во каналот (m^3/s);

F – Сливна површина (m^2);

i_{pt} – Интензитет на врнежи ($m^3/s/km^2$)

a – Коефициент на истекување

Хидрауличната пресметка на пропустливоста на каналите се спроведува врз основа на Дарсијевиот закон за трапезоиден попречен пресек се добива:

$$Q_k = F \cdot v \Rightarrow F \cdot c \sqrt{R \cdot J}$$

$$c = \frac{87\sqrt{R}}{\zeta + \sqrt{R}}$$

$$R = \frac{F}{U} = \frac{b + m h_0}{b + 2h_0 \sqrt{1 + m^2}}$$

Каде е:

F – Површина на попречниот пресек на каналот (m^2)

v – Брзина на водата во каналот (m/s)

c – Коефициент по Базин

J – Пад на дното на каналот

R – Хидрауличен радиус (m)

ζ – Коефициент на рапавост по Базин (за необложени корита $\zeta=1,75$)

U – Наводенет обем (m)

b – Ширина на дното на каналот (m)

h_0 – Длабина на каналот (m)

m – Пад на бочната ивица на каналот

При што мора да се задоволи условот $Q_k \geq 1,2 \cdot Q_T$

И во фазата на експлоатација, како и во фазата на отварање на ПЈС, сукцесивно со напредувањето на работита за ископ на јаловина и јаглен, ќе се изработуваат објекти за заштита на усекот на отварање и работните етажи од површински води.

Ископот на каналите започнува од највисоките коти на претходно подготвениот терен со трапезен пресек и наклони на страните 1:1. Ако јагленот е подлога за изработка на каналите и тие се од привремен карактер, нивниот пресек може да биде правоаголен.

На рамни терени каналите најчесто ја прифаќаат водата од двете страни. Тогаш е потребно ископаниот материјал од каналите да се дислоцира на соодветен најблизок простор. Во колку се работи за **етажни канали**, материјалот од ископот треба да се одложи кон слободен планум, а на соодветни места да се остави слободен простор кон каналот за прифаќање на водата од самиот планум.

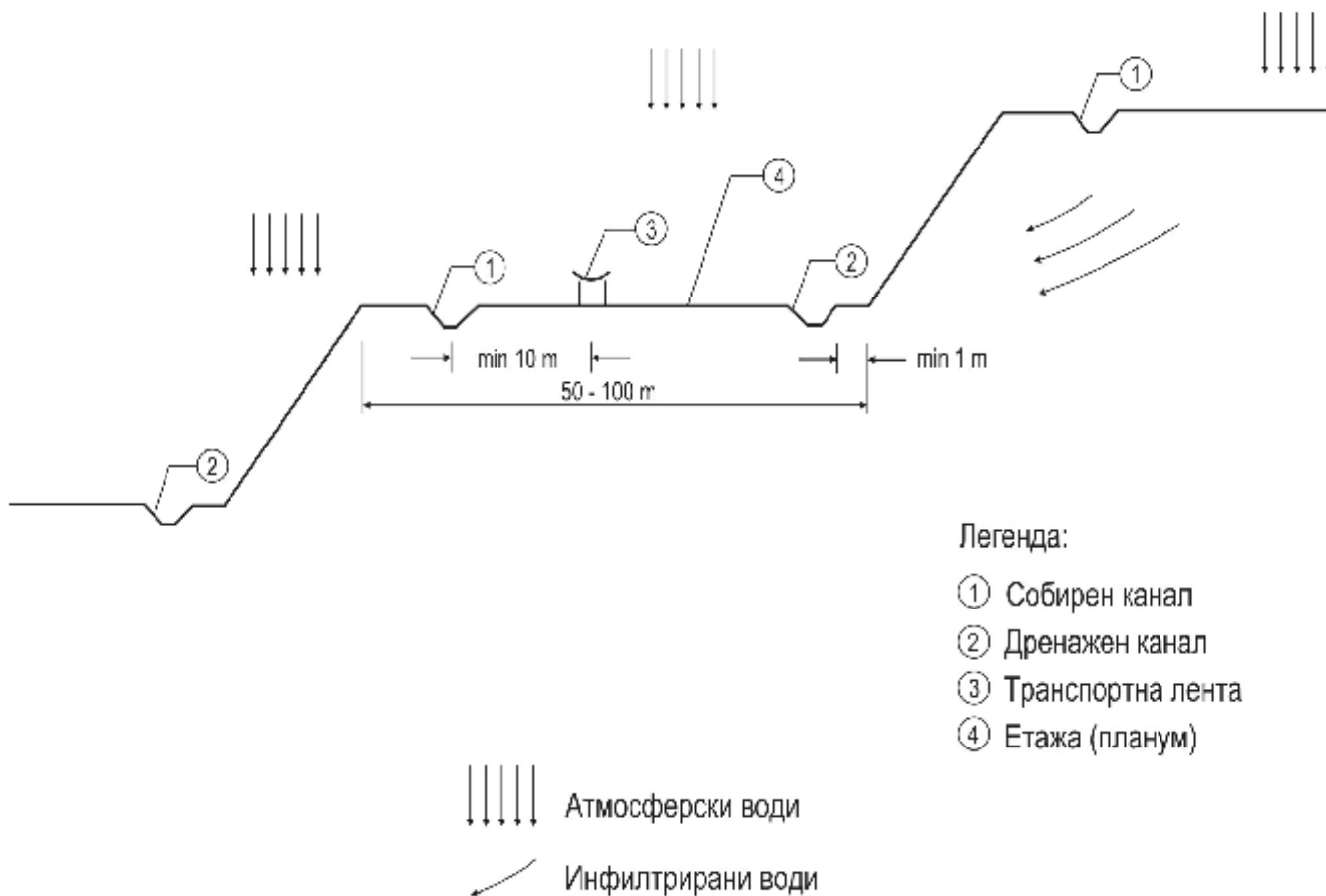
Пред поместувањето на етажните транспортери етажните канали се затрупуваат со одложениот материјал при ископот и така се овозможува непречено поминување на поместувачот. Заради овие причини етажните канали треба да се изработуваат со најголема длабина до 1(m). Оваа длабина на каналите овозможува минимален пад за истекување на водата.

Усекот за отворање ќе биде заштитен од атмосферски води кои гравитираат кон него со порано изработените ободни канали ОК-5 и со збирниот ободен канал ЗОК-5 кој ќе се изгради во фазата пред почетокот на отворање на надворешните усеци.

На *Сликата 7.8.* е даден шематски приказ на етажните канали на работните етажи.

Ободните канали кои се изработуваат на терените под наклон и кои се изложени на поголеми или помали ерозии, бараат одредени подготовки пред нивниот ископ.

Целокупната должина на трасата на каналите претходно се изразува во ширина од околу 15 m. Тоа е доволен простор да се ископа ка



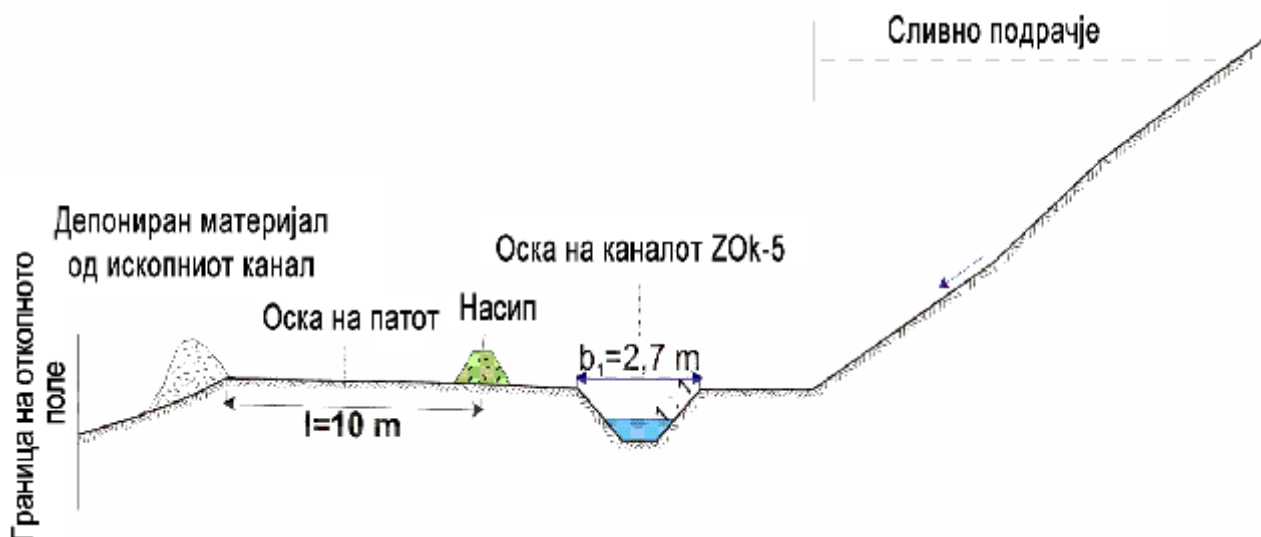
Слика 7.8. Шематски приказ на етажните канали на работните етажи

Figure 7.8. Schematic survey of story canals of working surfaces

се формира помал заштитен бред и соодветен пат за движење на помошната механизација за ископ, а по потреба и на камиони кипери за одвезување на вишокот на материјал (Слика 7.9.).

По правило тие канали бараат постојано одржување, заради изразената ерозија и буење на растителната вегетација на поодделни локации.

На Сликата 7.9. е прикажана принципиелна шема на положбата на ободниот канал во однос на положбата на патот, границите на откопното поле и парцијалната сливна површина.



Слика 7.9. Принципиелна шема за изработка и положба на ободниот канал ZOK-5
Figure 7.9. Principle scheme for manufacturing and position of edge canal ZOK-5

7.3. Објекти за одведување на водите – цевководи

Под објекти за одведување на водите се подразбираат собирни објекти со кои се врши одведување на водите надвор од работниот простор на основната механизација и надвор од границите на рудникот во соодветен воден реципиент (канал, река, водосбирник и т.н.).

Во случајот на обезбедување на ПЈС од површински и подземни води во главно се користат метални, бетонски и полиетиленски цевководи.

Цевководите се поставуваат со одреден нагиб од 1‰ и се полнат до одредена висина зависно од протокот во соодветен профил (0,7 D). За одредување на пропусната моќ на цевководот се користи *Hazen-Vilijamsov* образец во облик:

$$Q = k \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Каде:

k - конверзационен фактор (за SI-систем $k=0,849$) ;

C - коефициент на рапавост на цевководот;

R - хидрауличен радиус на профилот на цевководот (m);

S - линиски губитоци на цевководот

7.4. Реципиенти за прибирање на испумпаните и гравитациски регулирани води

Во рудникот ПЈС ќе се градат главните водособирници (GVS), главно на најниските коти на теренот (подината на јагленот) се до крајот на експлоатацијата.

Линијата на поместување на главниот водособирник (GVS) од почетокот на експлоатацијата па до крајот е дадена на *Прилог 7*. Главните водособирници ја прифаќаат водата од дренажните канали, од активните бунари и целата атмосферска вода која гравитационо се слива кон нив. На нив се формираат пумпни станици со по две повеќестепени центрифугални пумпи и по два потисни цевководи со соодветни карактеристики.

Од главниот водособирник (V1-3) водата со повеќестепените пумпи се препумпува до ободниот канал ОК-5 на западната граница на копот заклучно со петтата година на експлоатацијата.

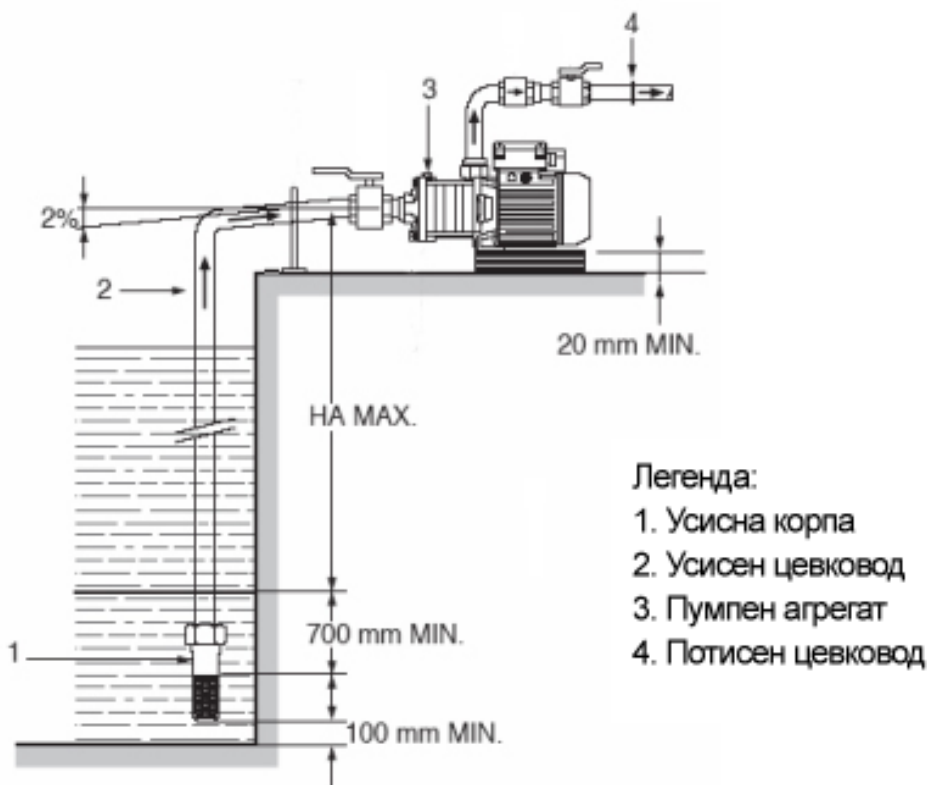
Централниот водособирник (CV) кој се наоѓа на пресекот на профилските линии 72-72' и 45-45' веќе е во функција пред почетокот на сите работи на ПЈС. Во него се препумпуваат водите од најниските акумулации од делот на копот каде се одвива експлоатацијата на главните јагленови серии. Од централниот водособирник водата се препумпува во постојниот канал кој води до главниот водособирник (V1-3). Централниот водособирник ќе биде во функција до петтата година на експлоатација, или поточно, втората година од одлагањето на внатрешното одлагалиште.

Заради зголемената длабина на ПЈС во однос на поранешната експлоатација на главниот јагленов слој, се наметнува потребата од повеќестепени центрифугални пумпи со поголеми капацитети и висини на потисок во однос на досега расположивите. Тоа се однесува и на потисните цевководи со придружната фазонска и заштитна опрема.

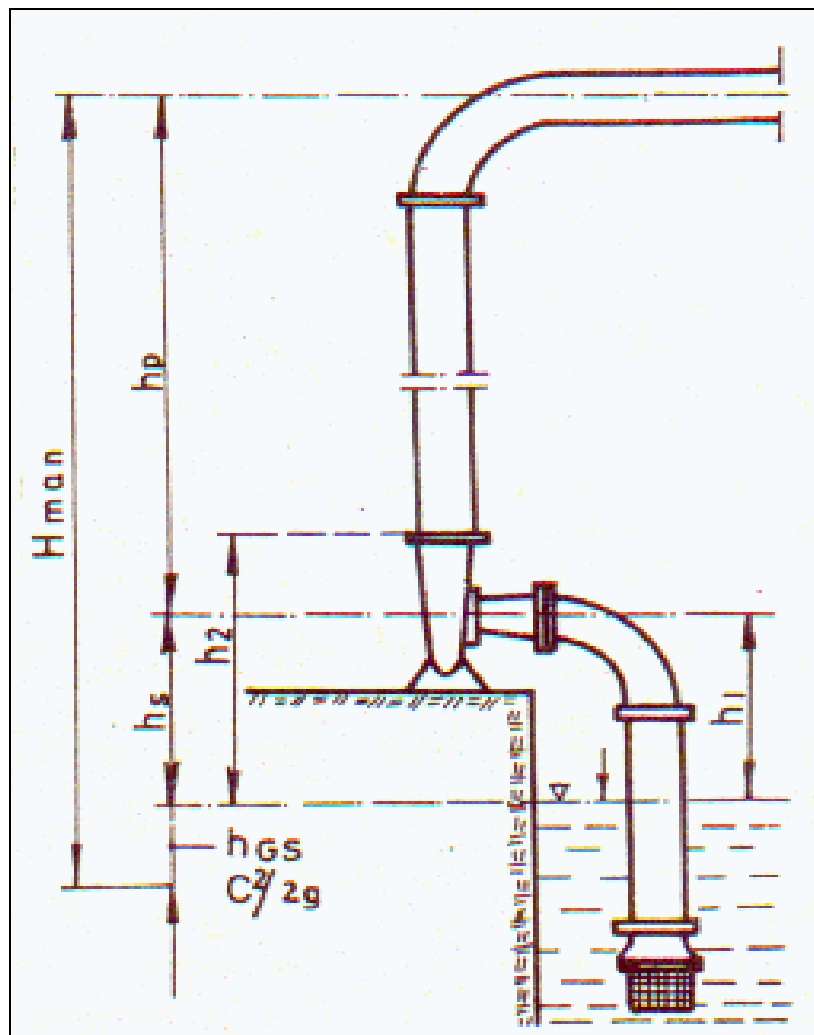
Прв постојан водособирник после завршувањето на рударските работи за изработката на внатрешниот усек е водособирникот VU-1. Водособирникот ќе го изработи хидрауличен багер со длабинска лажица. Водособирникот ги прифаќа атмосферските води кои гравитираат од ободните канали ОК-5 и ZOK-5 па се до профилската линија 53-53'.

Водособирникот е од проточен тип. До колку водособирникот не може да ја прифати дотечената вода, вишокот од вода гравитациски се одлева, низ вториот дел од сврзниот канал Vк до следниот постојан водособиорник VU -2. На постојаните водособирници се поставуваат пумпни станици. Нивниот капацитет зависи од карактерот на водособирникот (постојан, или времен) и од потисната висина која треба да ја совладаат.

На *Слика 7.10.* даден е шематски приказ на пумпна станица со вкупните всисни висини, а на *Слика 7.11.* даден е принципиелна шема на работа на пумпа.



Слика 7.10. Всисни елементи и висини на пумпна станица
Figure 7.10. Pumping- in elements and elevation of pump station



Слика 7.11. Принципиелна шема на пумпна станица
Figure 7.11.. Principle scheme of pump station

8. ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ И ХИДРОТЕХНИЧКА ПРЕСМЕТКА НА ОБЈЕКТИТЕ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ФАЗА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ПЈС

8.1. Димензионирање на главните хидротехнички објекти и опрема за одводнување на ПЈС во фазата на отварање

За димензионирање на објектите за заштита од површински води се користат различни софтверски пакети како програмска поддршка кои се состојат од:

- Програма за одредување и проектирање на параметри на цевковод при гравитациско одведување на водите.
- Програма за димензионирање на заштитните канали.
- Програма за димензионирање на водособирниците.
- Програма за пресметка и избор на пумпни станици.

8.1.1. Димензионирање на каналите

Количината на вода од атмосферско потекло, меродавна за димензионирање на каналите се одредува преку изразот:

$$Q_T = F \cdot i_{pt} \cdot \alpha \quad (m^3/s)$$

Каде:

Q_T - Доток на вода во каналот (m^3/s)

F - Сливна површина (km^2)

i_{pt} - интензитет на врнежи ($m^3/s/km^2$)

α - Коефициент на истекување

Хидрауличната пресметка на пропусноста на каналот се определува според Дарсијевиот закон со примена на методата на Дамјановиќ, па според тоа за трапезаст облик на канал ќе имаме:

$$Q_K = F \cdot v \Rightarrow F \cdot c \sqrt{R \cdot J} \quad (m^3/s)$$

$$c = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma_1 + \sqrt{R}}$$

$$R = \frac{F}{U} = \frac{(b + mh_0)h_0}{b + 2h_0\sqrt{1+m^2}}$$

Каде се:

F - површина на попречниот пресек на каналот (m^2)

v - брзина на водата во каналот (m/s)

c - Коефициент по Базин

R - Хидрауличен радиус (m)

J - пад на дното на каналот

γ_1 - Коефициент на рапавост според Базин (за навлажнети корита $\gamma_1 = 1,75$)

U - Наквасен обем (m)

b - ширина на дното на каналот (m)

h_0 - Длабочина на каналот (m)

m - Пад на бочната ивица на каналот

При тоа мора да биде задоволен условот: $Q_K \geq 1,2 \cdot Q_T$

8.1.2. Димензионирање на водособирници и пумпни станици

Водособирниците и пумпните станици се димензионирани како еден систем, односно објект. Волуменот на водособирникот е во директна зависност од карактеристиките на пумпите.

Дотокот на вода во водособирникот се изразува со релацијата:

$$V_v = 1000 \cdot a \cdot F \cdot p = 1000 \cdot a \cdot F \cdot i \cdot T^m$$

Количината на испумпана вода се пресметува според:

$$V_p = q(T - t_k)$$

Според предходното изразеното, капацитетот на водособирникот се пресметува според:

$$V = V_v - V_p \Rightarrow 1000 \cdot a \cdot F \cdot i \cdot T^m - T - t_k$$

Доколку константните вредности се заменат со константата (а), предходниот израз ќе го добие обликот:

$$V = a \cdot T^m - q \cdot T - t_k$$

$$a = 1000 \cdot \alpha \cdot F \cdot i$$

Првиот извод на функцијата по Т е:

$$V' = m \cdot a \cdot T^{m-1} - q$$

$$V' = 0 \Rightarrow m \cdot a \cdot T^{m-1} = q \Rightarrow T = \left(\frac{q}{m \cdot a} \right)^{\frac{1}{m-1}};$$

а вториот извод ќе биде:

$$V'' = m \cdot (m - 1) \cdot a \cdot T^{m-2},$$

Затоа што $m < 1$ и $V'' < 0$, функцијата ќе има максимум за $T = \left(\frac{q}{m \cdot a} \right)^{\frac{1}{m-1}}$.

Со замена на Т во равенката, се добива изразот за волумен на водособирникот:

$$V_{max} = a \left(\frac{q}{m \cdot a} \right)^{\frac{m}{m-1}} - q \left(\frac{q}{m \cdot a} \right)^{\frac{1}{m-1}} - t_k$$

Во горните образци поедини вредност претставуваат:

- V_v - Вкупен прилив на вода во водособирникот (m^3)
- α - Коефициент на истекување
- F - Сливна површина (m^2)
- P - Висина на врнежи (за избран повратен период) (m^3)
- i - Интензитет на врнежи ($m^3/s/m^2$)
- T - Време (h)
- m - експонент на времетраењето
$$m = (\log P_m - \log P_d) / (\log T_m - \log T_d)$$
- P_m - Висина на максимални месчни врнежи
- P_d - Висина на максимални дневни врнежи
- T_m - 30 дена
- T_d - 1 ден
- V_p - Волумен на испумпаната количина на вода (m^3)

q - Капацитет на пумпната станица (m^3/s)

t_k - Време на каснење на пумпањето од почетокот на врнежите
($t_k=0,25h$)

V_{max} - Волумен на водособирникот (m^3)

Врз основа на формулата за пресметка на V_{max} , се заклучува дека волуменот на водособирникот, како и времето на празнење, зависи од капацитетот на пумпната станица, времето на каснење на пумпањето и режимот на врнежи.

Од предходните пресметки и условите на издигање на водата, како и од условите на развој на рударските работи, одредени се основните технички карактеристики на потребните пумпи и одводни цевководи.

Вкупниот отпор на пумпите (манометарската висина) се одредува врз основа на следните формули:

$$H_{man} = H_g + W_v + \frac{V^2}{2g}$$

каде :

H_g - Геодетска висина (збир на усисна и потисна висина) (m)

$\frac{V^2}{2g}$ - Кинетичка енергија која се троши (заради забрзување на течноста од состојба на мирување до брзина V)

$W_v = W_l + W_{lok}$ - Губитоци од локални и линијски отпори

Линиските отпори се пресметуваат врз основа на изразот:

$$W = \sum_{i=1}^{i=m} \lambda_i \frac{L_i}{d_i} \cdot \frac{v_i^2}{2g}$$

каде:

λ - Darsiev коефициент на триење

L - Должина на цевките (l)

d - Дијаметар на цевките (D)

V - Брзина на движење на водите во цевките (m/s)

g - Земјино забрзување (m/s^2)

Локалните отпори се пресметуваат врз основа на изразот:

$$W_{lok} = \sum_{i=1}^{i=n} \xi_j \frac{V_j^2}{2g}$$

каде:

ξ - коефициент на локални губитоци, кои зависат од геометриските односи на локалните деформации на струјниот тек.

За одредување на *Darsieviot* коефициент на триење во турбулентен режим на струење, се користи равенката на *Celebrook*:

$$m = \frac{0,566}{\log \frac{Re}{7}}; Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

каде:

Re - Rejnoldsov број

d - дијаметар на цевката

ν - динамички вискозитет на течноста

Потребната снага на пумпата се определува на основа на изразот:

$$N_s = K_R \cdot \frac{Q \cdot H_{man} \cdot \gamma}{102 \cdot \eta_{tot}}$$

каде:

K_R - Коефициент на резерви (1,1 – 1,3)

Q - Капацитет на пумпање (m^3/s)

γ - Специфична маса на водата (1000 kg/m^3)

H_{man} - Манометарска висина (m)

η_{tot} - Тотален степен на корисност (се состои од тежински, хидрауличен и механички степен на корисност) $\eta_{tot} = 0,75 - 0,92$

8.1.3. Димензионирање на таложници

Како составен дел на водособирниците, а во функција за таложење на суспендираните честички се изработуваат таложници.

Димензионирањето на таложниците се врши врз основа на брзината на таложење на честичките со големина поголема од 0,1 mm.

Ориентационата брзина на таложење на честичките со кружна форма се одредува според Њутновиот образец:

$$V_m = \sqrt{3,33 \frac{C - C'}{C} \cdot d \cdot g} \quad m/s$$

каде:

γ - Волуменска тежина на цврстата маса, $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

γ' - Волуменска тежина на течноста (водата), $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

d - Дијаметар на зрната, $d = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$

ξ - Гравитација, $\xi = 9,81 \text{ m/s}^2$

Од тука следи дека:

$$V_m = \sqrt{3,33 \frac{16 - 10}{10} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} \quad m/s$$

$$V_m = 0,0443 (m/s)$$

Таложникот е со трапезаст пресек, па површината се пресметува по:

$$P_p = \frac{a+b}{2} h$$

За да дојде до таложење на честичките, услов е брзината на водата да биде помала од брзината на таложење на честичките V_m .

$$V < V_m$$

Ваквиот однос на брзината овозможува таложење на честички со пречник на зрната под 0,1 mm. должината на таложникот се одредува по образецот

$$L = V \cdot t \quad m$$

Каде:

t – претпоставено време на задржување на водата во таложникот, кое минимум изнесува $0,5 - 2 \text{ min}$, а усвоено е $t = 5(\text{min}) = 300(\text{sek})$.

Фазата на експлоатација на ПК ПЈС опфаќа временски период од завршувањето на главниот усек до крајот на векот на експлоатација на копот. Според тоа, техничкото решение за одбрана на копот од површински (атмосферски) води треба да и овозможи непречена работа на механизацијата и вработените на површинскиот коп. Фазата на експлоатација во првите пет години по отворањето на усекот се обработува на ниво на технички проекти, а по пет години, десеттата година и крајот на експлоатацијата, на ниво на идејни решенија.

Техничкото решение за заштитата на копот од површински води се базира на следниве поставки:

- Со ободните канали се прифаќаат водите кои надвор од границите на копот гравитираат кон копот и се одведуваат во реципиенти надвор од површинскиот коп;
- Атмосферските води кои ќе паднат на работното подрачје на копот се одведуваат и се собираат во водособирници и помали акумулации;
- Водата собрана во водособирниците и помалите акумулации, се отстранува со пумпни агрегати, стационарни или преносни;
- Со таложници прифатените води од каналите се ослободуваат од цврстите фракции и така прочистените води се насочуваат кон водособирниците и понатаму кон реципиентите;
- Собраните води се одведуваат надвор од контурите на копот на северозападната граница на копот во ободниот канал ОК-5 и понатаму во "Црна Река".

Димензионирањето на хидротехничките објекти е во зависност од тоа за која фаза на експлоатација на ПЈС станува збор. Сето тоа е во функција пред се од вештачки новостворените морфолошки карактеристики на теренот каде се наоѓа полето на експлоатација и констатираната хидрогеологија.

8.2. Хидротехничка пресметка на објектите во првата година од експлоатација на ПЈС

Со заштита од хидротехнички аспект на помошните усеци "1" и "2" и главниот усек од влијанието на површинските води делумно се создаваат и услови за почетна непречена работа на механизацијата за експлоатација на јаловината и јагленот.

За димензионирање на хидротехничките објекти за заштита на ПЈС, усвоени се следниве критериуми :

- За димензионирање на ободните канали, меродавни се врнежите од 50-годишен повратен период со 1 h интензитет на траење: $i=48,21 \text{ mm/h}$ или $0,8 \text{ mm/min}$;
- За димензионирање на пумпните станици и водособирниците, меродавни се врнежите од 50-годишен повратен период од 24 h интензитет на траење: $i=84,56 \text{ mm/24h}$ или $0,06 \text{ mm/min}$;
- За димензионирање на етажните канали меродавни се врнежите од 10-годишен повратен период, со 1. часовен интензитет на траење: $i = 33.011 \text{ mm/h}$ или $0,55 \text{ mm/min}$.

Покрај врнежите, за решавање на проблематиката поврзана со одводнувањето, од значење е и положбата на повремени водотеци кои своите корита ги имаат врежано во кварталната средина. Се работи за поројните текови кои примаат вода од големото сливно подрачје и со цел заштита на површинскиот коп од води, сите повремени водотеци се воведени во ободниот канал (GOK) (Главен Ободен Канал), на источната страна на ПК "Суводол", кој се завршува во Суводолската акумулација.

Врањевскиот поток кој се наоѓа јужно од проектираните контури на копот иако непосредно нема да влијае на идната експлоатација, посредно може да има значење бидејќи коритото на потокот може да биде искористено за прием на вода од заштитните канали и гравитационо одведување до некој од водособирниците.

И ако рудникот „Суводол“ по својата просторна полска не примаа вода од сливното подрачје на Црна Река, нејзиното влијание е минорно

на кровинските и подинските хидрогеолошки колектори .

За пресметка на приливот на површински води од дадените сливни подрачја, во зависност од падот на теренот и видот на земјиштето, се користат коефициенти на истекување дадени во Табела 8.1.

Табела 8.1.

Table 8.1.

Вид на земјиште Type of soil	Коефициент на истекување Outflow coefficient
Одлагалиште Damping ground	$\alpha=0,25$
Јаглени етажи Layers of coal	$\alpha=0,4$
Откопен простор Excavated area	$\alpha=0,3$
Околен терен Surrounding area	$\alpha=0,5$

8.2.1.Пресметка и димензионирање на водособирниците

Водособирниците како реципиенти на водите кои се одведуваат по слободен тек или преку цевководи, се едни од најважните хидротехнички објекти во системот за одводнување. Заради значењето кое го имаат, во овој магистерски труд ќе бидат разработен само централниот водособирник (CV) и главниот водособирник (GVs).

Димензионирањето на централниот водособирник (CV), главниот водособирник (GVs) и водособирниците на северното внатрешно одлагалиште, извршено е за врнежи од 50 годишен повратен период и времетраење од 24 h при истовремено испумпување на водата, со време на доцнење од 25 min.

Главен водособирник GVs

Водособирникот GVs е лоциран во најниската точка на површинскиот коп и тој претставува реципиент за сите води од копот како и за испумпаните води од дренажните бунари. Водособирникот GVS е димензиониран на врнежи од 50 годишен повратен период со траење од 24 часа и за време на испумпување од 12 часа. При димензионирањето е земено во предвид и врем

пумпањето во траење од 0,25 часа и прилив на испумпаните води од проектираните подински бунари.

Во Табелата 8.2. дадени се основните влезни параметри за димензионирање на водособирникот GVS.

Табелата 8.2.

Table 8.2.

Година на експлоат. Year of exploitation	Сливна површина Drain surface	Коеф. на истекување Outflow coefficient α	h (l/m ²) за 24(h)	Дотекување од слив Inflow from the drain area (m ³ /s)	Подземно дотекување Underground inflow (m ³ /s)	Вкупен доток Total inflow (m ³ /s)	V ₁ (m ³)	V ₂ (m ³)	V ₃ (m ³)	V _v (m ³)
I	790.563	0.3	84,56	0.23211	0,03	0.26211	236	11323	8640	2920
II	745.842	0.3								
III	535.402	0.3								

Каде е:

V₁ - Потребна зафатнина на водособирникот за доцнење од t=0,25 часа;

V₂ - Зафатнина на водата при доток од 12 часа;

V₃ - Зафатнина на испумпаната вода за време од 12 часа, со Q=2x0,1 (m³/s);

V_v - Зафатнина на водособирникот: V_v = (V₂ - V₃) + V₁.

Во Табелата 8.3. се дадени димензиите на водособирникот GVs.

Табелата 8.3.

Table 8.3.

Потребна зафатнина на водособирникот / Necessary capacity of the place for collecting water	2920	(m ³)
Ископан водособирник / Dug-out place for collecting water	3041	(m ³)
Време на празнење / Time of removing the ground out of the place for collecting water	12	(h)
Димензии на водособирник долна основа B ₁ Lower base dimensions of the place for collecting water	31 x 21	m
Димензии на горна страна на водособирник B ₂ Upper base dimensions of the place for collecting water	35 x 25	m
Агол на изработка на косини на водособирник Angle of the slopes of the place for collecting water	56°	
Длабина на водособирник / Depth of the place for collecting water	h=4 m	m
Кота на водособирник / Peak elevation of the place for collecting water	496.5	mm
Кота на дно на водособирник / Peak elevation of the bottom of the place for collecting water	492.5	mm
Кота на пумпна станица / Peak elevation of pump station	497	
Кота на водено огледало-акумулација / Peak elevation of water reflection of reservoir	496	

Со пумпите водата од GVs се препумпува преку цевковод со ϕ 250(mm) поставен по јужната и источната граница на копот се до водособирникот V1-3/S.

Централен водособирник CV

Централниот водособирник CV е еден од најзначајните објекти во системот за заштита на ПЈС Суводол од површински води. Неговата проектирана локација е на самата јужна граница од копот и со него се прифаќаат сите води од атмосферските талози кои гравитираат кон фигурата на копот од јужното сливно подрачје, а кое е со голема површина. Влезните податоци за димензионирање на водособирникот CV се прикажани во *Табелата 8.4*.

Табелата 8.4.

Table 8.4.

Коефициент на истекување	Outflow coefficient	(-)	$\alpha=0.6$
Висина на врнежите	Precipitation of rainfall	(m)	0.08456
Времетраење на врнежите	Duration of rainfall	(s)	86400
Сливна површина	Drain surface	(m ²)	4.325.715
Мах. дневни врнежи	Max. daily rainfall	(m)	0.093
Мах. месечни врнежи	Monthly rainfall	(m)	0.159
Доцнење со пумпањето	Delay of pumping	(h)	0.25
Доток од сливот	Inflow from the drain area	(m ³ /s)	2.54
Доток од подземни води	Inflow of underground water	(m ³ /s)	0,005
Вкупен доток на вода	Total inflow of water	(m ³ /s)	2.545

Централниот водособирник CV, ќе функционира се до крајот од 3-тата година на експлоатацијата. Во *Табелата 8.5*. дадени се димензиите за ископ на водособирникот CV.

За избор на пумпните агрегати извршена е пресметка, земајќи ги во предвид условите кои ќе важат по 3-тата година од експлоатацијата и од тие причини избраните пумпи да траат до крајот на експлоатациониот период. Избрани се пумпи со следниве технички карактеристики:

$$Q=200(l/s), H_{man.}=130(mnm), P=348(kW).$$

Потребно е да има три пумпни агрегати со наведените технички карактеристики од кои две ќе работат, а една ќе биде во резерв на пумпите со наведените технички карактеристики кои

водособирникот на профилските линии 45/72 за период од 1-вата до 3-тата година од експлоатацијата.

Од пумпната станица, водата преку цевковод со ϕ 350(mm), кој е монтиран по јужната и источната страна на копот, се испумпува до каналот Sk-2, со кој понатаму се одведува до водособирникот $V_{(1-3)}/S$.

Табелата 8.5.

Table 8.5.

Потребна зафатнина на водособирникот <i>Necessary capacity of the place for collecting water</i>	72000	(m^3)
Ископан водособирник <i>Dug-out place for collecting water</i>	72000	(m^3)
Време на празнење <i>Time of removing the ground out of the place for collecting water</i>	12	(h)
Димензии на водособирник долна основа B_1 <i>Lower base dimensions of the place for collecting water</i>	46x 26	m
Димензии на горна страна на водособирник B_2 <i>Upper base dimensions of the place for collecting water</i>	56 x 36	m
Агол на изработка на косини на водособирник <i>Angle of the slopes of the place for collecting water</i>	50°	
Длабина на водособирник / <i>Depth of the place for collecting water</i>	$h=5.0$	m
Кота на водособирник / <i>Peak elevation of the place for collecting water</i>	501	mm
Кота на дно на водособирник / <i>Peak elevation of the bottom of the place for collecting water</i>	496	mm
Кота на пумпна станица / <i>Peak elevation of pump station</i>	502	mm
Кота на водено огледало-акумулација / <i>Peak elevation of water reflection of reservoir</i>	500	mm

8.2.2. Хидродинамички параметри на каналите

Во зависност од улогата и локацијата на каналите како објекти за одведување на испимпаните, зафатените води од некое сливно подрашје или издренираните води, можат да бидат:

- Ободни канали
- Етажни канали и
- Одлагалишни канали

Влезните параметри на каналите и нивната хидраулична пресметка се дадени во Табелите 8.6. и 8.7.

TABELA 8.6.

TABELA 8.7.

Изработка на дренажни бунари

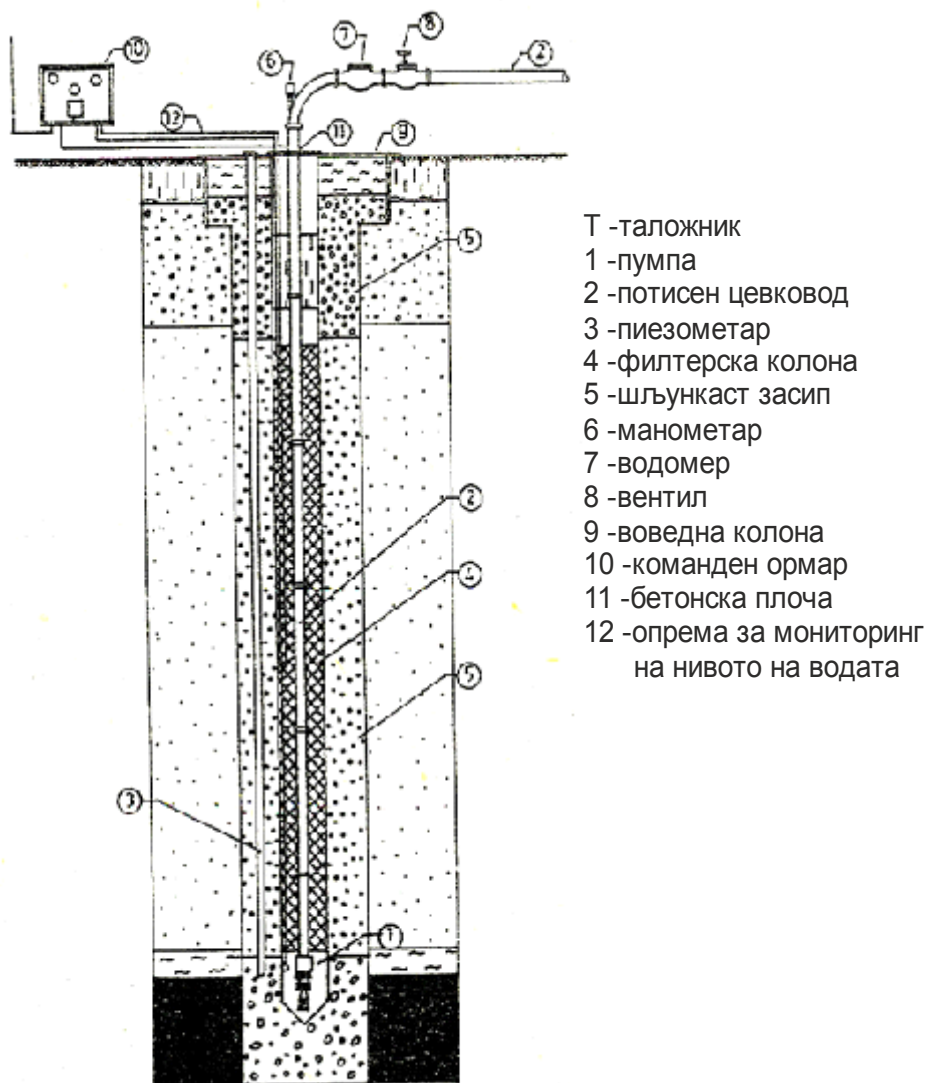
Како резултат од анализата на геометриските (дебелина, граница на простирање, длабина на залегнување) и филтрационите карактеристики на хидрогеолошките колектори во подината и кровината на јагленовите слоеви, големината на заводеност на хидрогеолошките колектори и позитивните искуства во примената на дренажните бунари за намалување на нивоата на подземни води на површинскиот коп, произлезено е решението за дренирање на подземните води во работната зона на површинскиот коп со систем од дренажни бунари. Внатре во експлоатационото подрачје на рудникот вкупниот број на проектирани бунари за фазата на отворање изнесува 16, со збирна должина на дупчење од 1.498(m) и девет бунари (означени како BD1-9) во фазата на експлоатација.

Димензионирањето на бунарите, технологијата на бушење, изборот на конструкцијата на филтерот и гранулацијата на шљунковитиот засип, се одредува врз основа на филтрационите карактеристики и гранулометрискиот состав кој се дренира.

Самиот бунар треба да се димензионира така да ги исполнува следните услови:

- Да овозможува снижување на нивото на подземните води до подината на јагленовата серија
- Да ги спречува пескарењата кои би довеле до оштетување на пумпата (максимално дозволена количина на песок за некои типови на пумпи е до $5g/m^3$ вода).
- Без ремонт да работи минимум две години

Конструкцијата на бунарот може да се види на *Слика 8.1.* од која може да се види дека основните конструктивни делови на бунарот се: таложник, пумпа, потисен цевковод, пиезометар за пратење на нивото на водата во бунарот, филтерска колона, шљункаст засип, манометар, водомер, заштитен ормар, опрема за регистрирање на ефектите од спул



Слика 8.1. – Основни конструктивни делови на бунарите за одводнување
Figure 8.1. – Basic constructive parts of wells for drainage

Главни конструктивни параметри на бунарот се: длабочина на бунарот, дијаметар на бунарот, должина на филтерот, тип на филтерот, гранулометриски состав, состав на засипниот материјал, надфилтерска цефка, глинен тампон.

Со бунарските конструкции се овозможува истовремено дренирање на акумулираните издани во кровинските и подинските хидрогеолошки колектори.

Основна задача на дренажниот систем на бунари е со исушување на серијата на песоци во кровината и подината од јагленовиот проектираниот капацитет на производство на јаглен

намалувањето на влажноста да ја зголеми силата на кохезија и аголот на внатрешно триење и на тој начин да обезбеди стабилност на работните и завршните косини на рудникот и одлагалиштата.

Предностите од примената на бунарска конструкција од чакалесто-песочни цевки се следниве:

- Добра статичка и филтрациона стабилност на бунарска конструкција;
- Мали вредности на хидрауличните отпори при струење на водата низ филтерската конструкција и ламинарниот режим на струење во прифилтерската и филтерската зона на бунарот;
- Водоприемна способност по целиот наводенет обем на цевката;
- Можност за одбирање гранулација на зрната на филтерот од широкиот произведен асортиман на овие цевки, според гранулометриските карактеристики на хидрогеолошките колектори;
- Покусо време за вградување на бунарска конструкција, што го намалува ризикот од зарушување на бунарска дупчотина;
- Едноставност на постапката за повторно активирање на бунарите за случај на скратување на бунарска конструкција.

Технологијата на изработка на бунарите е условена и прилагодена со прогнозираниот геолошки профил на местото за изработка на бунарите, намената на бунарите и конкретните техничко-технолошки услови и околности.

9. УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ПЈС СО ИМПЛЕМЕНТИРАЊЕ НА ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ

Познавањето и користењето на современа рударска технологија даваат нов импулс кон зголемувањето на технолошката продуктивност. Вистинска можност во реализацијата на развојните планови во технолошкиот процес дава токму информатичката технологија.

Стартна основа за користење на информатичката технологија во секој технолошки процес, па и во системите за одводнување е квалитетната база на податоци. Во рудниците со површинска експлоатација неопходна е база на податоци на наоѓалиштето (геологија, хидрогеологија, геодезија, геомеханика и др.), за опремата (багери, камиони, транспортери, помошна опрема, бунарски системи, пиезометри, пумпни станици и т.н.). Оваа база на податоци мора да се направи согласно со барањата на информатичката технологија и мора непрекинато и во континуитет да се надополнува, односно надградува.

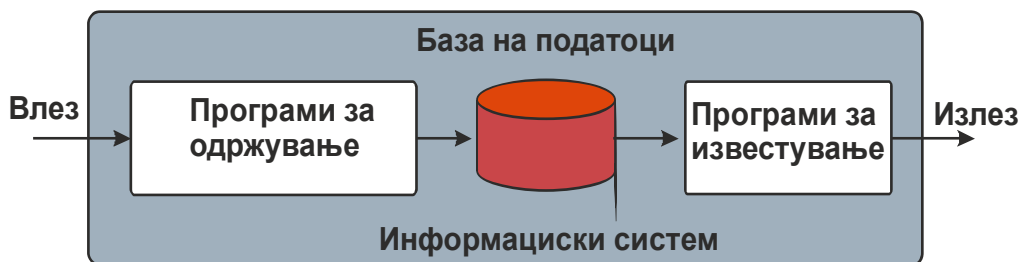
Освен базата на податоци, постојано треба да се следи и понудата, односно трендот на движење на развојот на професионалните софтверски пакети од рударството и геологијата како што се: GEMCOM со подсофтверите PC-XPLOR (база податоци за наоѓалиштето), GEOMODEL (интерпретација на геологијата на наоѓалиштето), PC-MINE (пакет за моделирање на лежиштето и проектирање на рудници), GS32 (пакет за хоризонтална визуелизација), MINE-SURVEY (пакет за геодетско пратење), ORE-CONTROL (пакет за оперативно пратење и планирање на рудниците со површинска експлоатација).

Од аспект на одводнувањето посебно се важни програмските пакети VISUAL MODFLOW, VISUAL GROUNDWATER и GMS.

Информациските системи се системи во кои врската помеѓу објектите во самиот систем, како и врската помеѓу системот и опкружувањето (влез и излез од системот) се остварува преку размена на информации.

Основната функција на секој информациски систем е чување и пренос на податоците за фактите врзани за состојбата на системот и опкружувањето, како и нивната обработка во релација со барањата на корисникот.

Структурата на ИС (информацискиот систем) е прикажана на *Слика 9.1*.



Слика 9.1. Структура на информациски систем
Figure 9.1. Structure of information system

9.1. Структура на информациските системи за потребите на одводнување во ПЈС

Технолошкиот процес на одводнување, во рамките на површинската експлоатација на минерални сировини, а во конкретниот случај експлоатацијата на јагленот од ПЈС, зависи од многу влијателни фактори, кои со развојот на рудникот добиваат се посложени облици. Со постигнувањето на поголема длабочина при експлоатацијата на ПЈС во рамките на рудник „Суводол“, условите за одводнување стануваат се посложени.

Практичните решенија во современите услови на површинска експлоатација, јасно покажуваат дека примената на информациски системи може да се очекува во сите фази на управување, организација, проектирање и раководење.

Тоа е карактеристично и за системите за одводнување во рудниците, кај кои комплексниот однос на работната средина, параметрите на одводнување и користените техники и технологии на одводнување, можат да се вградат во информацискиот систем, што дава нови моменти во областа на оптималното користење на тие системи.

Информацискиот систем за потребите на одводнување се состои од пет основни зони (Слика 9.2.) и тоа:

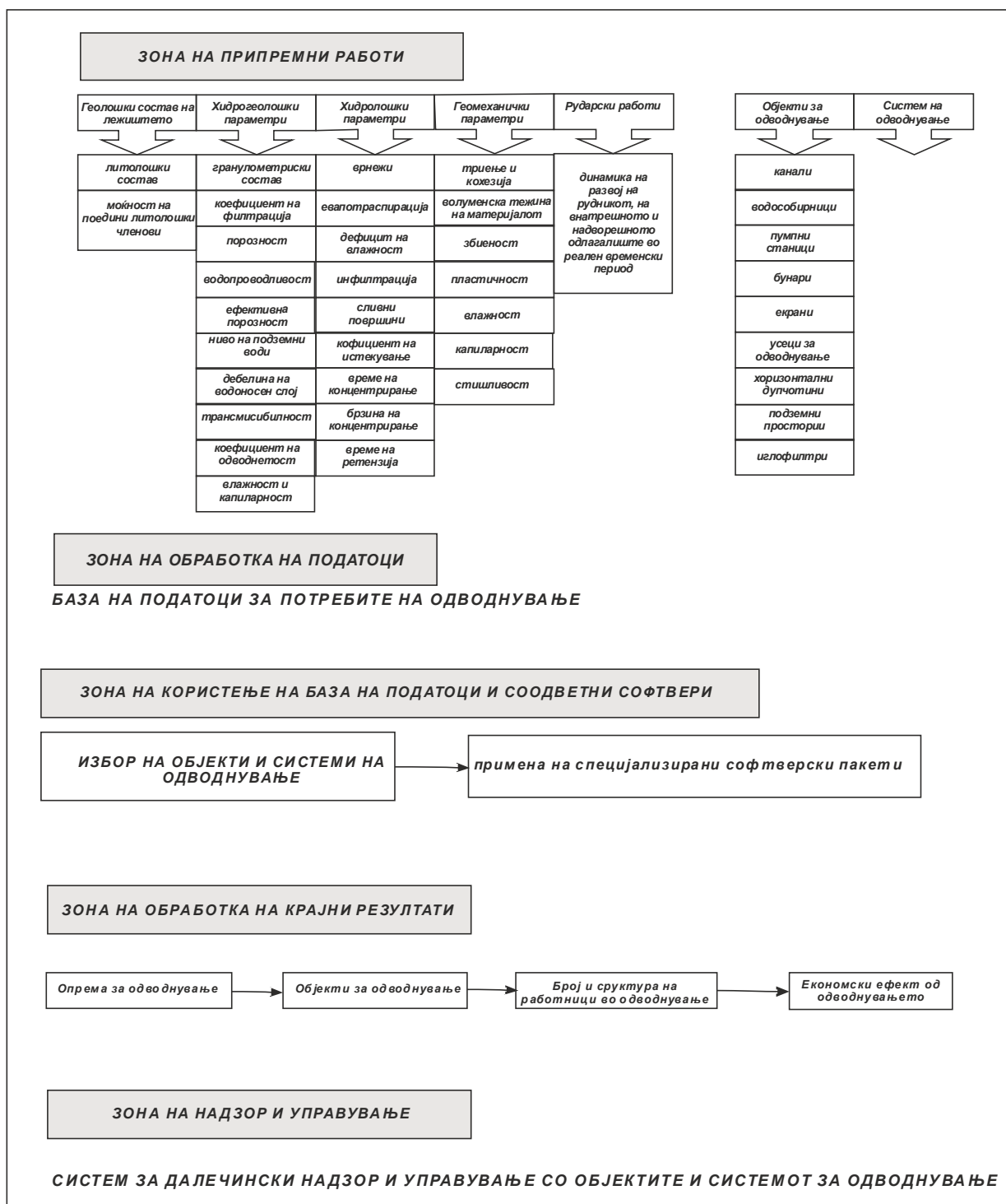
- Зона на припремни работи
- Зона на обработка на податоци
- Зона на користење на податоци и соодветни софтвери
- Зона на обработка на крајните резултати и
- Зона на надзор и управување

9.1.1. Зона на припрема на податоци

Зоната на припрема на податоци е стартот на информацискиот систем. Таа покажува дека обработката на податоците се врши од страна на стручни лица кои добро ги познаваат сите фази на истражувањето за потребите на одводнувањето и секојдневните корисници на тие податоци. Во рамките на оваа зона на информацискиот систем, без оглед на архитектурата на базата на податоци која е предмет на наредната зона на информацискиот систем, се обработуваат геолошкиот состав на теренот, хидрогеолошките, хидролошките и геомеханичките параметри, можните објекти и системи за одводнување, рударските работи со комплетната динамика и развој. Сите податоци се систематизираат, се врши нивна статистичка обработка и конечна селекција.

9.1.2. Зона на обработка на податоци

Зоната на обработка на податоци, е следната зона на информацискиот систем за потребите на одводнување. Во оваа зона се формира база на податоци, чија основна карактеристика е таа што во целост се наоѓа во компјутер, кој овозможува пристап до поедини сегменти на базата на податоци и автономно управува со тие податоци. При тоа е потребно софтверското решение да биде максимално прилагодено на барањата во областите на понудените професионални софтверски пакети.



Слика 9.2 -Структура на информациски систем и управување со објектите и системите за одводнување
Figure 9.2 - Struktura of information system and management of facilities and d

9.1.3. Зона на користење на база на податоци и соодветни софтвери

Прилагодувањето на базата на податоци практично се верифицира во третата зона на информацискиот систем, во која се користи соодветен софтвер.

За активностите во оваа зона, развиени се два пристапи:

- Користење на професионален софтвер и
- Изработка и користење на сопствени софтверски решенија

Во правец на користење на професионален софтвер, се користат 3D програмски пакети Visual Groundwater и Visual Modflow од канадската компанија Waterloo Hidrogeological.

9.1.4. Зона на обработка на крајните резултати

Зоната на обработка на крајните резултати, дава податоци за опремата и објектите за одводнување, за бројот и структурата на работната снага во службата за одводнување, како и економските ефекти од самиот процес на одводнување.

9.1.5. Зона на надзор и управување

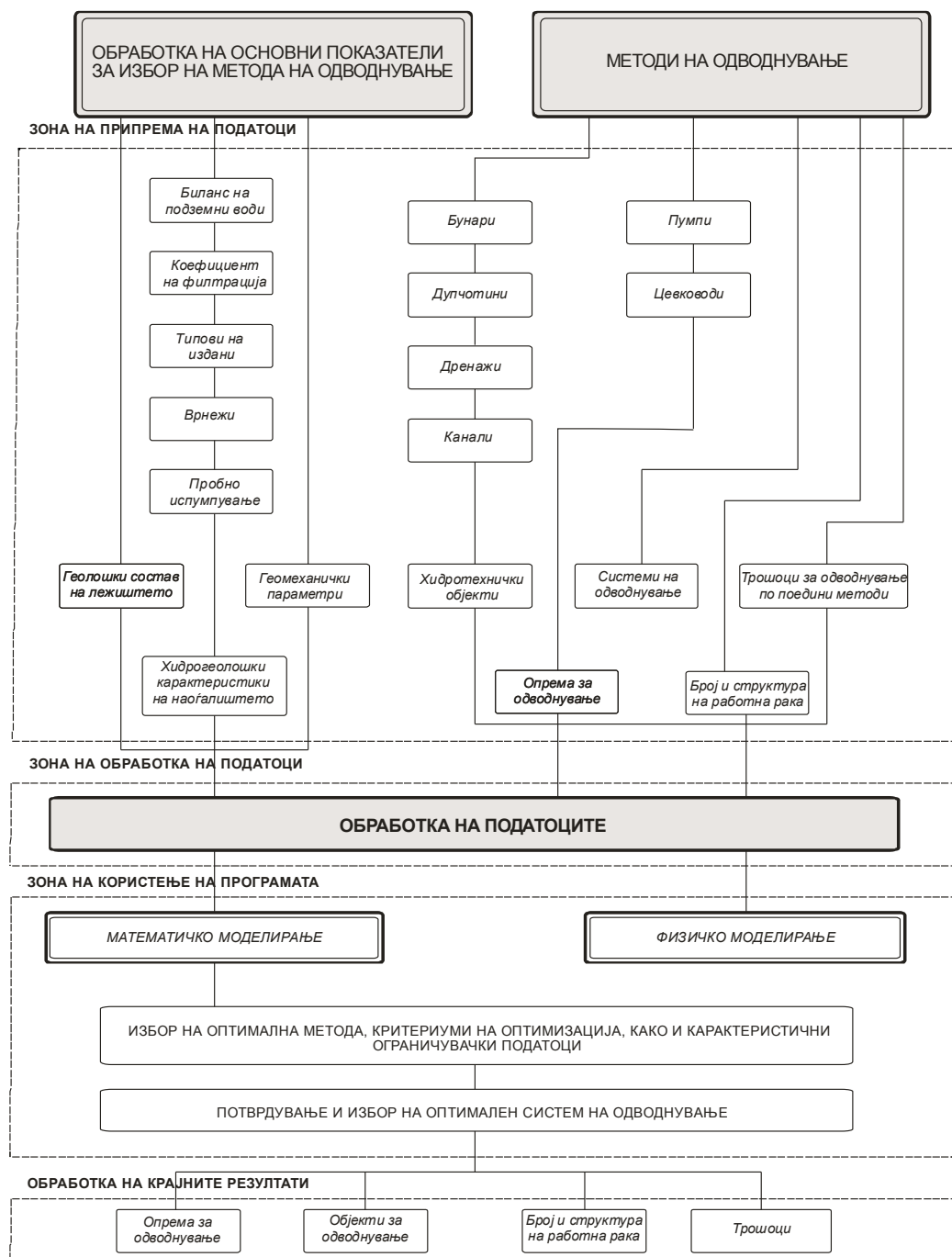
Зоната за надзор и управување е последна зона во структурата на информацискиот систем. Таа ги опфаќа решенијата на системот за далечински надзор и управување со објектите и системот за одводнување.

9.1.6. Информациски систем во функција на избор на оптимален систем на одводнување

Примената на информациските системи во современи услови на површинска експлоатација наоѓа примена практично во сите области на управување, организација на технолошкиот процес, проектирање и раководење.

Во случајот кога станува збор за одводнувањето на ПЈС, целата проблематика околу одводнувањето, односно изборот на оптимален начин на

одводнување, може да се представи во форма на информациски систем како што е на **Слика 9.3**.



Слика 9.3. Шематски изглед на информациски систем во функција на оптимален избор на одводнување

Figure 9.3. Schematic survey of information system for providing optim

Со примената на информациските системи во планирањето и технолошкиот процес, се остварува целосна синхронизација на сите операции кои го следат изборот на оптималниот систем на одводнување.

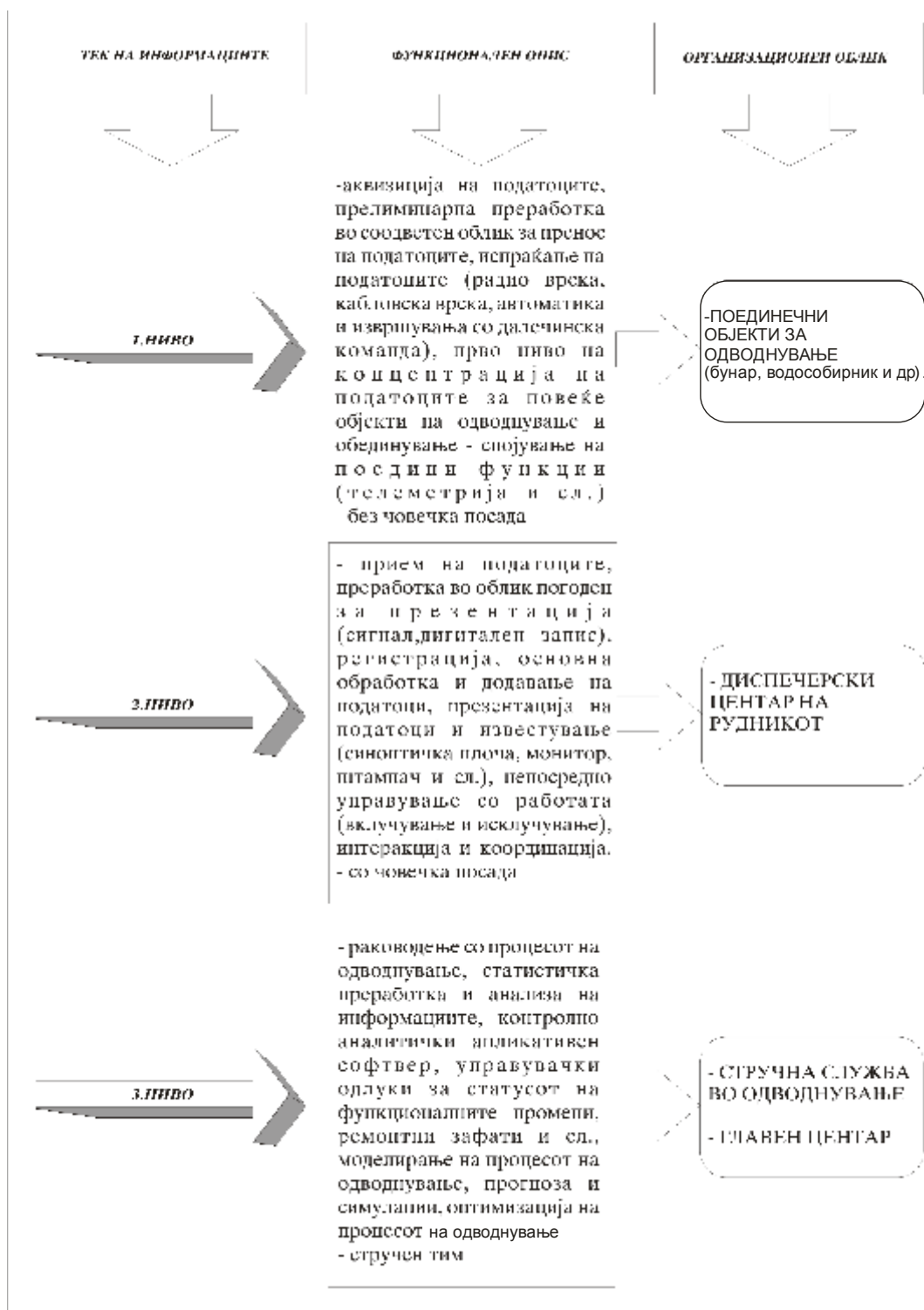
Истовремено се обезбедува и потполно согледување на сите елементи кои директно или индиректно влијаат на дефинитивната определба и избор на опрема и хидротехнички објекти за одводнување.

9.2. Тек на информациите во системот за надзор и управување во одводнување за потребите на ПЈС

Автоматизацијата, далечинската контрола и управувањето во процесот на одводнување, а предвидено во функција на одводнувањето на ПЈС, бара воспоставување на информационо управувачки систем со централна единица за обработка на добиените податоци за работата на објектите, како и презентирање на ефектите од работата на објектите за одводнување. Ваквиот систем овозможува континуирано следење на работата и ефектите од системот за одводнување, навремено добивање на податоците за планирање на работите и активностите на основната рударска механизација и го сведува влијанието на субјективниот фактор на минимум.

Текот на информациите почнува од објектите за одводнување, како основни носители на информациите, преку диспечерски центар, како прво ниво на концентрација на информациите, до стручните служби во одводнување, како главен центар на раководење во процесот на одводнување во рудникот. Шемата на текот на информациите, функционалниот опис на активностите на различни нивоа во соодветни организациони облици дадени се на *Слика 9.4*.

Концептот на наведените информации овозможува увид во состојбата на системот во секој момент преку соодветна компјутерска опрема во диспечерскиот центар, управување со системот од диспечерски центар, токму врз основа на реалното согледување на системот.



Слика 9.4. - Шема на текот на информациите при надзор и управување со системот за одводнување

Figure 9.4. - Scheme for the course of information under surveillance drainage system

10. АВТОМАТИЗАЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ

Надзорно-управувачкиот сметачки систем се состои од следниве компоненти: РС сметач со потребни програми на SCADA (*Supervision, Control and Data Acquisition*) сместен во контролно командниот центар (диспечерски центар), надворешни телеметриски станици сместени во разводните ормари на пумпите, мерна и регулациона опрема на објектите за управување, комуникативен систем – радио модем, опрема за управување со потребен софтвер и напојна единица, антенски столб и антена. Сите информации со ГСМ врска се пренесуваат во предефинирани временски интервали до компјутерот во командниот центар, и обратно по ист комуникативен пат се пренесуваат сигнали на управување (наредби).

На Сликата 10.1. е прикажана топологијата на надзорно-управувачкиот систем.

Предностите од користењето на системот за далечински надзор и управување се следниве:

- Приказ на параметрите на бунарите, пиезометрите во реално време
- Долгорочно архивирање на податоците од бунарите, пиезометрите, достапни за други програмски пакети за обработка, на пример SQL инфотабли
- Водење дневник на случувања
- Администрирање и проверка на нивоата на достапност на базниот програм
- Архивирање на податоците на CD и обработка на податоците во форма на графикони, трендови на протоци и др.
- Системот нуди намалени трошоци, подобра прегледност и помала администрација.

За да се обезбедат функциите на далечинскиот надзор, односно следењето на работата и управувањето со системот за одводнување потребно е да се обезбеди сигнализација од објектите за управување и аквизиција на мерените податоци како што се: пиезометарските нивоа на подземни квалитет на подземните води (температура, pH вредност, кисл

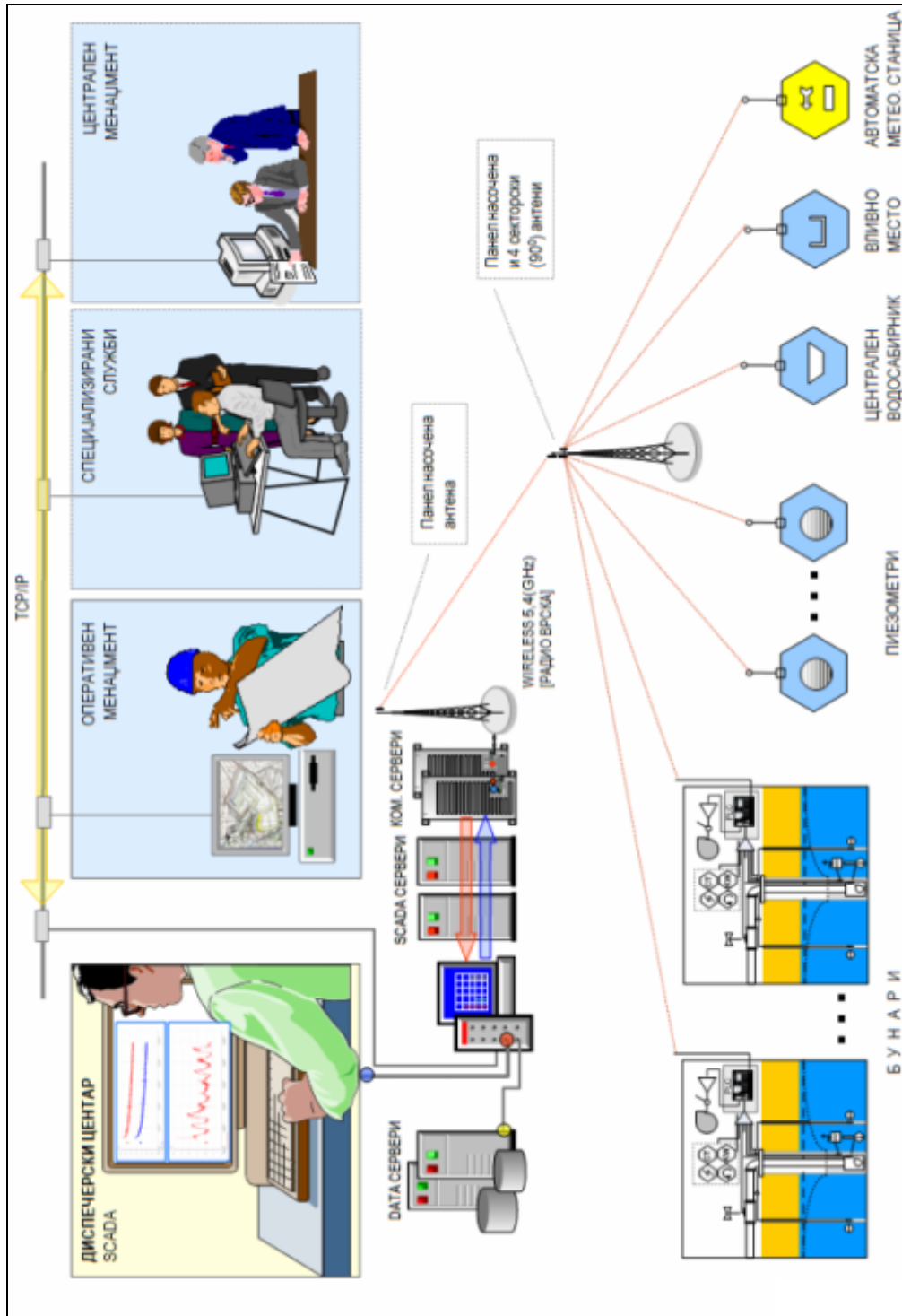


Рис. 10.1.1. Физичка топоологија на надзорно-управувачкиот систем
Figure 10.1.1. Physical topology of the supervisory-management

на електрична енергија, температура на моторот од пумпата.

Сигнализацијата опфаќа: аларм за минимално ниво на вода во бунарот (заштита од работа на пумпата на суво), сигнализација на моторот од пумпата во работа, аларм за дефект на агрегатот, сигнализација на крајните положби на затвораот (отворен/затворен), аларм за пробив во бунарот.

Командите опфаќаат: старт и стоп на моторот од пумпата, задавање на референтно ниво на вода и проток на водата со континуирана регулација на бројот на вртежи на моторот од пумпата.

Во современиот концепциски приод на процесот за управување со системот за одводнување и следење на ефектите од неговата работа, се предвидува во сите етапи на развој на рудникот да се спроведува контрола на работата на сите објекти за заштита на копот од подземни и површински води и континуиран мониторинг на водените појави и хидродинамичките процеси. Целта на овие активности е да се утврди функционалноста на објектите за одводнување и нивните ефекти на намалувањето на нивоата на подземни води. Цел е и низ хидродинамичките испитувања да се обезбедат доверливи хидрогеолошки параметри за нивелирање на хидродинамичкиот модел кој ќе дава ефикасна и ефективна поддршка на процесот на управување со системот за одводнување, низ симулација на сложени услови на филтрација и прогноза на ефектите од планираното техничко решение за одводнувањето.

Основни предуслови за спроведување на мониторингот се:

- Служба на мониторингот, во рамките на хидрогеолошката служба;
- Соодветни објекти на терен;
- Современа мерна опрема и инструменти.

Системот за одводнување во рудникот “Суводол” , во техничко-технолошки поглед е многу сложен, бидејќи во исто време треба со бројни и разновидни објекти да се штити рудникот од прилив на подземни води од подинските и кровинските хидрогеолошки колектори и од приливот од атмосферски талози. Исто така со работата на дренажните бунари треба да се обезбеди ефикасна

намалување на нивото на подземните води за да се овозможи постигнување на проектираните капацитети на рударската механизација.

10.1. Програма за мониторинг

Бидејќи процесот на одводнување зависи од голем број на природни фактори (врнежи, истекувања, температури, режим на подземни и површински води во заднината на копот, и т.н.), потребно е добро познавање на режимот на тие параметри.

Просторот на кој ќе се одвиваат активностите на мониторингот е ограничен на север и запад со одлагалиштето, на југ со контурата на постојниот рудник „Суводол“ и на исток до ободниот канал, кој гравитира кон акумулацијата „Суводол“ и опфаќа површина од околу 10 km^2 .

Врз основа на анализа на хидрогеолошката истраженост на теренот опфатен за експлоатација, густината на набљудувачката мрежа и условите за експлоатација на рудникот, дефинирани се правците за унапредување и истражување на работната средина и хидрогеолошките услови на истражното подрачје на ПК „Суводол“. Програмата за работите и хидрогеолошките истражувања (објектите и параметрите кои треба да се регистрираат) на потесното подрачје на рудникот „Суводол“, кои се систематизирани во согласност со основните геолошки принципи опфаќа:

- Изработка на хидрогеолошки катастар на водени објекти;
 - Згуснување на набљудувачката мрежа за следење на промените на нивоата на подземните води (во подинските и кровинските песокливи водоносни хоризонти) и ефикасноста на работата на дренажниот систем;
 - Хидрогеолошки и хидродинамички истражувања за обезбедување на реални вредности за хидрогеолошките и хидродинамичките параметри на хидрогеолошките колектори;
 - Примена на истражувачки методи за дефинирање и
- Процесот на стареење на бунарите;

- Хидрохемиски карактеристики на подземните води и др.

- Хидрогеолошко и инженерско геолошко картирање на косините на работните и одлагалишните етажни рамнини на површинскиот коп “Суводол”;
- Снимање на местата на истекување на подземните води на косините на работните и одлагалишните етажи и мерење на количините на истечените подземни води во работното подрачје на копот;
- Опитни налевања во дупчотините;
- Набљудување на режимот на површински води;
- Мерење на елементите на вертикалниот биланс;
- Мерење и набљудување на системот за заштита на копот од подземни и површински води.

Имајќи ги во предвид специфичностите на теренот на рудник “Суводол” и просторот кој ќе биде зафатен со експлоатација, со усвојување на динамиката на експлоатација, потребно е со спроведување на сите горе наведени истражни работи и набљудувања, да се утврди нултата состојба на познавање на хидрогеолошкиот систем, како основа за понатамошни анализи и ректификација на проектните решенија.

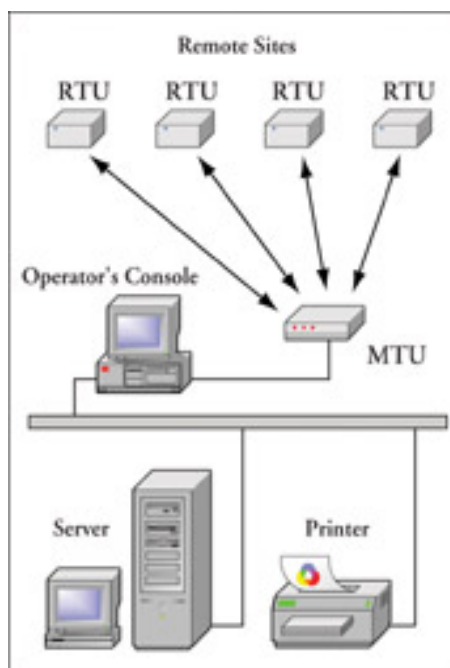
10.2. Опрема за спроведување на мониторинг

Врз основа на дефинирана програма за истражување и набљудување потребна е и современа опрема и средства за спроведување на квалитетен мониторинг. Основна опрема која се користи за дадените цели е:

Хардвер и софтвер, претставува основата во целокупната програма за следење на системот за одводнување, негова контрола и прибирање на податоците. Основните елементи на хардверско-софтверскиот дел за функционирање на мониторингот се прикажани на *Слика 10.1*

Хидростатички сонди за прецизно регистрирање на податоците за нивоата на подземни води во пиезометрите во засипот на бунарите зоната на копот. Сондите имаат можност за континуирано

испраќање на податоците до контролниот центар. Напојувањето на сондите се врши или од електрична мрежа или од батерија.



1. Remote Terminal Unit (**RTU**) - Далечинска терминална единица
2. Master Terminal Unit (**MTU**) - Командно-терминална единица
3. Communication Equipment - Комуникациска опрема
4. SCADA Software - SKADA софтвер

Слика 10.1. - Основни хардверско софтверски елементи за мониторинг

Figure 10.1. - Basic hardware monitoring software elements



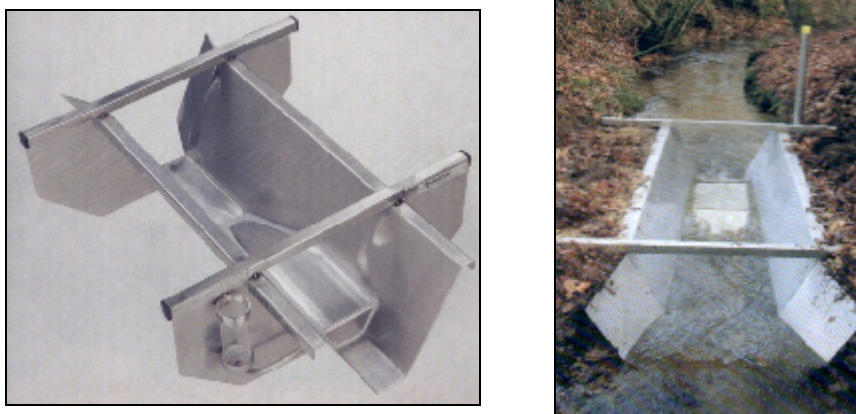
Слика 10.2. - Хидростатичка сонда за континуирано мерење на нивоата на подземни води (Micro Diver)

Figure 10.2. - Hydrostatic probe for continuous measuring of the level of waters (Micro Diver)

Би требало да се постави Micro Diver на секој бунар со што би се елиминирале грешки при регистрирањето на нивоата на подземни води. На Сликата 10.2. е прикажан Micro Diver.

RBC Прелив

На етажните рамнини за мерење на количините на истечени подземни води да се користи трапезен мобилен прелив за мерење на различни опсези на протекување (Слика 10.3.)



Слика 10.3. - Трапезен прелив и начин на поставување на преливот
Figure 10.3. - Trapezoid overflow and method of placing the overflow

Хидролошка мерна опрема

За следење на нивоата во ободните канали на источниот и западниот дел на површинскиот коп, а посредно и на протекувањето потребно е да се воспостават две мерни места со водомерни летви или регистрирање на нивоата со помош на давач на притисок (слика 10.4).

На влезниот и излезниот профил на овие канали потребно е да се вршат серија од хидрометриски мерења и да се утврдуваат големините на протекување за различни нивоа на речниот тек. Кога е позната кривата на протекување, се дефинира протекувањето за измерено ниво и на тој начин може да се одреди големината на инфилтрација на речни води кон површинскиот коп.



Слика 10.4. - Мерење на ниво во отворен тек со водомерна летва
Figure 10.4.- Level measuring in open course of water by using water lath

Електромагнетни протокомери

За континуирани мерења на големината на протекување на бунарите и испумпаните води од дренажните канали и дренажните усеци, потребно е да се применат електромагнетни протокомери (Слика 10.5.).



Слика 10.5.- Електромагнетен протокомер
Figure10.5. - Electromagnetic instrument for measu

Пречникот на протокомерот треба да биде во согласност со пречниците на потисните цевки за да не дојде до зголемување на локалните отпори. Потребно е секој бунар да се опреми со протокомер .

За мерење на протекувањата можат да се користат и мерни бленди (Слика 10.6.) чија мерна грешка изнесува до 5% и според очекуваните протекувања на бунарите, се дадени три различни комбинации на пречникот на цевките и дијафрагмата :



Слика 10.6. - Изглед на мерна бленда
Figure 10.6. - Aperture setting for measuring

1. За цевки со $\Phi 4\ 1/2''$, со дебелина на сидовите $6,35\ mm$, со внатрешен пречник $101,6\ mm$ и дијафрагма $\Phi 2\ 1/2''=63,5\ mm$ протекувањето е од 2,77 до 11,11 l/s;

2. За цевки со $\Phi 6\ 5/8''$, дебелина на сидовите $7,32\ mm$, внатрешен пречник $153,6\ mm$ и дијафрагма $\Phi 4''=101,6\ mm$ протекувањето е од 8,33 до 33 l/s;

3. За цевки со $\Phi 9\ 5/8''$, дебелина на сидовите $8,94\ mm$, внатрешен пречник $226,6\ mm$ и дијафрагма $\Phi 6''=152,4\ mm$ протекувањето е од 22,2 до 69,4 l/s

На наброената опрема треба да се додадат и: геолошки компас, алтиметар, GPS уред, лична теренска опрема за лицата кои вршат мерења, ја контролираат работата на дренажниот систем и др.

10.3. Организација на мониторингот

Мониторингот на режимот на подземни води и ефектите од работата на дренажниот систем е сериозна и стручна задача. За набљудување, следење, мерење и обработка на податоците неопходна е добро организирана и опремена служба. Техничката реализација на мониторингот ќе зависи од:

- Квалификационата и стручна структура на службата што го опслужува НУС;
- Квалитетот на изведените технички подготовки;
- Систематичност во реализацијата на набљудувањата;
- Опременост со технички средства;
- Брзината на достава на мерените резултати и интерпретација на истите, како и брзината на реагирање на одредени промени.

Службата за мониторинг според одреден план на активности во одредени временски активности спроведува работи од својот домен: картирање на етажите и одлагалиштата, мерење на нивоата на подземни води и протекување на бунарите, мерење на висината на врнежите и др.

Наброените работи ги вршат мобилни екипи од службата за мониторинг и сменскиот персонал задолжен за работа на пумпните станици (инсталирани на водособирниците).

Во текот на редовните обиколки, на системот за заштита од подземни води на водомерот се мери моменталното и кумулативното протекување. Во кабинет се врши обработка на податоците и се пресметува количината на испумпани води од бунарите во поминатиот период.

Состојбата и функционирањето на системот за заштита на копот од површински води, ја контролира дежурниот персонал кој го евидентира времето на вклучување и исклучување на пумпите и кумулативната состојба на водомерот како и висината на водата во водособирникот. На крајот од секоја смена констатираната состојба се впишува во дневник

Службата за мониторинг ги презема евидентираниите податоци од службата за одводнување најмалку еднаш неделно и врши обработка на истите.

Во форма на Технички извештај се прикажуваат едномесечните активности на следење на ефектите од работата на дренажните бунари, режимот на изданот и др.

Во рамките на Техничкиот извештај обработените податоци од теренот се презентираат со сет од графичка документација, табели и дијаграми. Извештајот би содржел соодветни коментари за резултатите од мерењата и обработката, оцена на ефикасноста на системот, предлог мерки за унапредување на одделни елементи на системот, предлози за спроведување на дополнителни истражувања и испитувања и план на активности за следниот месец.

Техничкиот извештај би бил составен дел на рударскиот оперативен план и во него за секоја етажна рамнина би било изнесено што се очекува во текот на експлоатацијата почнувајќи од стабилноста на карпестите маси, положбата на нивото на подземните води, заводенетоста на етажите, положбата на останатите бунарски и пиезометарски конструкции во етажата и др.

Месечниот технички извештај за активностите на одводнувањето и ефектите од работата на дренажниот систем, би претставувал

технолозите и раководителите на рударската служба, за изработка на оперативни планови и планирање на билансот на производство, евентуални корекции на висините на етажите и технологијата на работа на откопната механизација и согледување на проблемите кои ги очекуваат при секое следно откопување на блок.

Алтернатива за класичниот мониторинг кој се базира на работа на мобилни екипи е системот на далечински надзор. За осовременување на процесот на следење и контрола на работата на дренажниот систем би требало да се издвојат дополнителни средства за набавка на опрема за далечински надзор.

Системот за далечински надзор и управување овозможува оптимално управување од едно место, брзо и доверливо собирање на потребни информации од оддалечените објекти. Таков систем овозможува пренос на природни големини трансформирани во електрични и обратно во реално време. Надзорно-управувачкиот сметачки систем се состои од следниве компоненти: РС сметач со потребни програми во контролно-командниот центар (диспечерски центар); Надворешни телеметриски станици сместени во разводни ормани на пумпите; Мерна и регулациона опрема на објектите за управување; Комуникациски систем-радио модем, опрема за управување со потребен софтвер, напојна единица, антенски столб и антена и сите информации со GSM врска се пренесуваат во преддефинираните временски интервали до DAS сметач во командниот центар, и обратно, по исти комуникациони патишта се пренесуваат сигналите за управување (наредби).

Системот е така конфигуриран да овозможува интеграција на сите функционални целини на највисоко ниво на управување, и истовремено автономна работа на секоја од наведените функционални техничко-технолошки целини на другите нивоа на управување.

Предностите од користењето на системот за далечински надзор и управување се следниве:

- Приказ на параметрите од бунарите, пиезометрите во реално време;
- Долгорочно архивирање на податоците од буна

достапност на податоците на други програмски пакети за обработка;

- Водење дневник на случување;
- Администрирање и проверка на нивото на достапност на базниот програм;
- Архивирање на податоците на CD и обработка на податоците во форма на графикони, трендови на протоци и др.;
- Системот дава намалување на трошоците, подобра прегледност и помала администрација.

11. АЛГОРИТАМ НА УПРАВУВАЊЕ СО СИСТЕМОТ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА НА ПЈС

Поаѓајќи од целите на развојот и примената на адаптиран надзорно-управувачки систем за одводнување на рудникот за јаглен ПЈС, алгоритмот на управување треба во реално време да ги обедини и овозможи надзорните функции над:

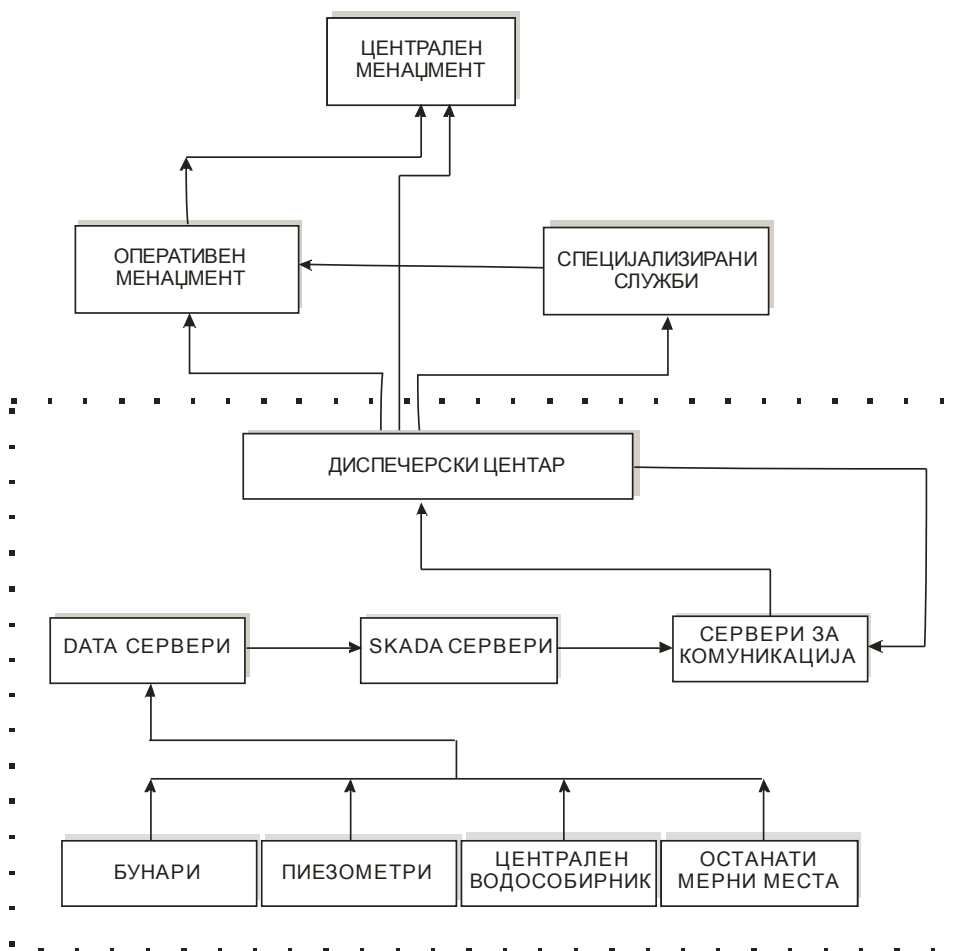
- хидролошките процеси на површинските и атмосферските води и
- хидродинамичките процеси на подземните води во зоната на рудникот и поблиското опкружување.

Надзорно-управувачкиот систем (НУС) при одводнување на површинскиот коп за јаглен ПЈС овозможува надзорни функции над хидродинамичките процеси на подземните води во зоната на работното дејство и поблиското опкружување, надзорните и управувачките функции во "on-line" режим над технолошките, техничките (електро-машински), логистичките и процесите на одржување на системот за одводнување.

Алгоритмот на управување ги интегрира и сите други придружни процеси од значење за ефикасно водење на процесот на одводнување и техничкиот систем за одводнување во пирамидална надзорно-аналитичка структура. Управувачките дејства на функционирањето на системот за напојување со електрична енергија и техничкиот сегмент на системот за одводнување (бунари и водособирници), се остваруваат со повратни спреги.

Шематски, текот на информациите од основните мерно регулациони сегменти до централниот менаџмент, преку диспечерскиот центар, во алгоритмот на управување со системот за одводнување, е прикажан на *Слика 11.1*.

Во рудникот ПЈС, се очекуваат значителни количини на доток на подземни и површински води. Како резултат на тоа е планираниот број на хидротехнички објекти како во фазата на отварање, така и во фазата на експлоатација. Токму тоа ја наметнува потребата од спроведување на информациски систем за оптимално водење и управување на системот за одводнување.



Слика 11.1. – Шематски приказ на алгоритмот на управување со системот за одводнување

Figure 11.1. - Schematic representation of the algorithm management system for drainage

Алгоритмот на управување има петстепенa логичка структура:

- со мерно-регулативен сегмент,
- со PLC (Programmable Logic Controler) ниво на аквизиција на сигналите и податоците,
- SCADA (*Supervision, Control and Data Acquistion*) -односно извршно надзорно-управувачко ниво и
- Специјализирани служби и системи за поддршка на одлучување,
- Централно ниво за надзор и одлучување.

I-НИВО - Мерно управувачки активности во системот за одводнување, односно мерно регулационна опрема.

Ова ниво ги опфаќа мерните апарати (аналогни и дискретни давачи, сензори и т.н.), за поедини релевантни параметри и производно технолошки параметри на системот. Тука пред се спаѓаат инструментите за мерење и контрола.

II-НИВО - Собирање на податоците од пратечките процеси и локално управувачките активности – PLC ниво.

PLC контролерите, или Програмабилните Логични Контролери се индустриски сметачи со хардвер и софтвер, кој е погоден за работа во индустриски услови кои можат лесно да се програмираат и вградуваат во постоечките индустриски системи.

PLC апаратите во основа претставуваат микропроцесори кои користат програмска меморија за памтење на наредби за извршување на специфични функции (пребројување, мерење на време и количини, пресметки), а со цел за управување на различни опреми и машини.

Според тоа во второто ниво се собираат податоците (сигналите) од мерните апарати на локално ниво и преку регулациони уреди, повратно дејствува на основните технолошки и пратечки процеси. Оваа функција ја извршуваат токму PLC апаратите.

III-НИВО – Диспечерски надзор на процесот и повратно управувачки активности – SKADA ниво.

SKADA системот сам по себе претставува софтвер за надзор, следење, управување и собирање на податоци. Надзорот се врши на тој начин што податоците од системот кој се набљудува (во случајот станува збор за системот за одводнување) се добиваат од сензори и се прикажуваат на мониторот од компјутерот.

Со различните софтверски решенија кои ги користат SKADA системите, податоците се собираат со помош на аквизициони (аналогно-дигитални) картички кои се наоѓаат во компјутерот.

Токму третото ниво на алгоритмот на управување, претставува централна точка на оперативниот надзор и управувањето со процесите. На ова ниво, се имплементираат пресметките од РС платформата и соодветната периферна опрема (пред се графичката). Хардверот и SKADA софтверите, му овозможуваат на операторот (диспечерот) ефикасно, навремено и содржајно прикажување на податоците во реално време. Податоците може да бидат прикажани во графичка, табеларна или текстуална форма, а се во комбинација со технолошки шеми и звучна сигнализација. Освен тоа на ова ниво постои и оперативна инженерско-експертска аналитика. Врз основа на моменталните податоци од технолошкиот процес на одводнување, диспечерот носи одлуки за повратно дејствување во процесот, со предходни консултации. Ова ниво обезбедува комплетен интерфејс човек-машина и се направи филтрирање на информациите, кои со комуникационен канал се пренесуваат на повисоко ниво.

IV-НИВО – Специјализирани служби и системи за поддршка.

Ова ниво подразбира примена на софтвер кој ќе овозможи на специјализираните стручни тимови оптимално водење на технолошкиот процес на одводнување. Ова ниво користи мрежа на компјутерска опрема која служи за обработка и анализа на податоците. Сите обработени податоци ќе бидат достапни до повисоките нивоа, а дел од нив и на предходното ниво.

Податоците ќе бидат прикажани во облик на нумерички или текстуален запис, графици, табели, карти и т.н.

V-НИВО – Централно ниво на надзор и одлучување

Петтото ниво претставува врв на хиерархиската структура во организацијата и одлучувањето. На ова ниво се достапни сите неопходни информации за работата и функционирањето на системот за одводнување. Одлуките се донесуваат врз основа на експертски оценки кои се производ на предходните нивоа.

11.1. Претпоставен алгоритам на управување во функција на одводнување на ПЈС

Во режим на автоматско функционирање на НУС, автоматски се води работата на поединечните групи бунари и линии на бунари, пумпни станици на водособирници и други мерно-регулациони позиции во системот и сè врз основа на предходно прибраните податоци и параметри од системот. Претпоставениот алгоритам на управување во функција на ПЈС е претставен на *Прилог-8*.

Како елементи кои го сочинуваат мерно-регулационото ниво на системот се третираат :

- водособирниците (нивото на акумулираната вода во соодветниот водособирник и параметри на пумпните агрегати поставени на соодветниот водособирник)
- метео станиците (количината на врнежи)
- релевантните пиезометри (нивото на подземни води)
- низовите на бунари од 1 до N и бунарите во секој низ од 1 до n_N . (со параметри за пумпниот агрегат и бунарот).

Релевантните податоци од елементите во системот (контрола на ел. машинските параметри на пумпните агрегати, хавариска заштита и др.) со помош на PLC нивото, а преку радио врска се емитураат во диспечерскиот центар.

Во диспечерскиот (команден) центар (ДЦ) автоматската работа се извршува со помош на дистрибуиран надзорно-управувачки SCADA систем и програмабилни логички контролери на бунарите и пумпните станици. Програмабилните логички контролери врз основа на влезни податоци и зададени параметарски вредности, а според програмски дефиниран алгоритам, управуваат со работата на поединечните бунари, односно поединечните линии од бунари или пумпни станици кај водособирниците.

Бунарските агрегати и пумпните станици се вклучуваат заради обезбедување на потребниот режим на црпење на подземните води, одредени параметри на

соодветно ниво на подземните и акумулираните води во зоната на изведување на рударските работи на површинскиот коп ПЈС.

Управувањето со работата на системот за одводнување е во функционална врска со: напредувањето на рударските работи, со хидрогеолошката и хидролошката ситуација во работната средина и опкружувањето, со режимот на работа, односно експлоатација на бунарите и трошоците за експлоатација на системот во кои посебно место имаат трошоците за енергија.

Автоматската работа на бунарите на локално PLC ниво се дефинира врз основа на параметри кои ги задава диспечерот и влезни податоци добиени со непосредни мерења:

- Избор на бунари во автоматски режим на работа (диспечерот ги задава);
- Хидродинамичка слика и проценет доток на подземни води врз основа на набљудувања и мерења;
- Реално, моментално ниво на подземни води во пиезометрите на првиот и вториот ореол (се добива со мерења во реално време NPV во релевантни пиезометри);
- Ниво на вода во бунар (мерење на NPV во реално време);
- Горно референтно ниво во бунарот (се задава);
- Долно референтно ниво во бунарот (се задава);
- Референтен NPV во релевантни пиезометри (се задава);
- Количина на испумпана вода (се добива автоматски со мерење на протокот);
- Избран режим на работа на бунарот (се задава);
- Редослед на вклучување на бунарите (автоматски, полуавтоматски, рачно).

Пред отпочнувањето со автоматски режим на работа мора да биде дефинирана односно констатирана почетната состојба на бунарите, односно пумпните станици.

Редослед на вклучување/исклучување на агрегатот

Заради оптоварување на електричната мрежа дозволено е исклучиво поединечно вклучување на бунарските агрегати по произволен редослед, на еден од следниве два начина:

1. Далечински рачно: Вклучување/исклучување на поединечните бунари со притискање на тастер за вклучување/исклучување на SCADA приказ, со што се иницира извршување на следниве програмски инструкции:

- Проверка на условите за сигурна работа;
- Потврда за извршената акција;
- Вклучување/исклучување на пумпите без оптоварување;
- Потврда за извршената акција;

2. Далечински автоматски: Во режимот далечински автоматски, вклучувањето на бунарите се води од ДЦ, а одлуката за вклучување на бунарите ја донесува SCADA системот според програмата со која е дефиниран начинот на работа, а кој ги зема во предвид влезно/излезните податоци кои ги добива од

објектот (сигнализации за состојбата на поединечните апарати, мерените вредности на NPV, протокот, притисокот, и состојбата на излезните команди), како и параметрите кои ги задава диспечерот рачно пред почетокт со автоматската работа, или во текот на работата.

Алгоритмот на управување за автоматско вклучување и исклучување на бунарите се заснова на следниов принцип:

Бројот на вклучените бунари во линија за одводнување, е дефиниран со цел да се постигне адекватен режим на црпење, т.е. одводнување, во зависност од дотокот и нивото на подземни води во зоната на дејство на баражната линија односно придружните бунари, со услов за минимална ангажирана електрична снага. Секако дека режимот за работа на комплексот за заштита на површинскиот коп од води на прво место мора да биде оптимално прилагоден на динамиката на експлоатационите работи, при тоа мора да се почитува и критериумот на рамномерно користење на сите пумпни агрегати (како заеднички рамномерно

користење на моторите и пумпите така и заради рамномерната експлоатација на бунарите и продолжување на нивниот експлоатационен век).

Алгоритмот за автоматско управување со бунарите како влезни податоци (директно или индиректно) ги користи наведените параметри, чија меѓусебна врска се дефинира програмски во т.н. ladder дијаграм. Параметрите се или дефинирани од страна на диспечерот (или главниот инженер), или се воведуваат во системот автоматски како мерени вредности, односно индикации за состојбата, или се генерираат програмски на SCADA и/или евентуално на PLC ниво.

Како што е објаснето, во автоматска работа бунарите локално на лице место, автоматски се вклучуваат (исклучуваат) од страна на придружниот PLC, според однапред програмски дефинирана процедура, а во зависност од промената на вредностите на параметрите на управување.

Диспечерот ги задава следниве елементи:

- Број на бунари во работа, што зависи од NPV, прилив на подземни води, хидролошка ситуација и др. Дефинираниот број на бунари не се менува додека диспечерот тоа не го промени, или некој од бунарите е во дефект, односно некој од условите за работа на бунарот не е исполнет.
- Горниот и долниот референтен NPV во зоните на бунарите во автоматски режим на работа, мораат да бидат во зададените (проектирани) граници.

Следниве елементи автоматски се внесуваат – се аквизираат во PLC:

- Нивото на вода во бунарот, кое континуирано се мери и кога ќе ја достигне вредноста на референтното ниво се вклучува или исклучува пумпата.
- Нивото на подземни води во опкружувањето од релевантните пиезометри.
- Редоследот на вклучувањето на бунарите се добива автоматски врз основа на претходното вклучување и се генерира внатре во SCADA апликацијата, каде акумулативно се води бројот и редоследот на вклучувања/исклучувања на поединечните бунари.

- Расположивоста, односно исправноста на секој бунар, која се добива директно преку сигнализација за дефект на пумпниот агрегат на бунарот и други компоненти битни за самата работа на бунарот.

Според ова алгоритмот за управување, односно автоматско водење на работата на бунарите во комплексот за одводнување на рудникот за површинска експлоатација ПЈС го има следниов тек:

1. По внесувањето на соодветни параметри од страна на диспечерот, стартува автоматската работа која обезбедува автоматско вклучување и исклучување на поединечните бунари во зависност од нивото на подземни води (НПВ).

2. Во колку НПВ е еднакво или е над горното референтно ниво, сите селектирани и расположиви бунари sukcesивно се вклучуваат со временско доцнење од n минути. Кога НПВ ќе го достигне долното референтно ниво, бунарите во линија sukcesивно се исклучуваат со доцнење од $n/2$ минути.

Стручно – оперативниот и менаџерскиот тим како надзорно ниво, периодично прават трансвер на податоци во зависност од карактерот на податоците, вршат анализа на функционирањето на системот, прават оценка на состојбите и носат одлуки за активностите кои треба да се преземат. Тие одлуки зависат од констатацијата за состојбата на системот за одводнување, а според тоа за потребата дали ќе има интервенција од службите, или нема да има.

11.2. Параметри кои треба да бидат опфатени со информацискиот систем

Основните параметри кои треба да бидат опфатени со ИС се прикажани во Табела 11.1.

Нивото на подземни води е значаен параметар како основен показател на работата на системот за заштита од дотокот на површински и подземни води, а истовремено и важен параметар во информацискиот систем.

Табела 11.1.

Table 11.1.

Врста на објектот <i>Type of the structure</i>	Параметри <i>Parameters</i>	Единици <i>Units of measurements</i>
Бунар <i>Well</i>	Проток <i>Flow</i>	<i>Lit/sek</i>
	Бр. на вклучувања/исклучувања <i>Number of switch on and switch off</i>	<i>Br./h</i>
	Време на исклучување <i>Time of switch off</i>	<i>Data/time</i>
	Време на уклучување <i>Time of switch on</i>	<i>Data/time</i>
	Време на работа <i>Working time</i>	<i>h</i>
Пумпи на водособирици <i>Pumps of places for collecting waters</i>	Проток <i>Flow</i>	<i>Lit/sek</i>
	Бр. на вклучувања/исклучувања <i>Number of switch on and switch off</i>	<i>Br./h</i>
	Време на исклучување <i>Time of switch off</i>	<i>Data/time</i>
	Време на уклучување <i>Time of switch on</i>	<i>Data/time</i>
	Време на работа <i>Working time</i>	<i>h</i>
Цевководи <i>Pipelines</i>	Проток <i>Flow</i>	<i>Lit/sek</i>

Со цел да се констатира водниот биланс во рудникот, неопходно е и набљудување на хидролошки параметри добиени од водомерните станици. Тоа се мерните станици: едната во границите на рудникот (платото на одводнување) и мерната станица кај акумулацијата Суводол.

Со реализацијата на овој систем во функција на ПЈС, а во рамките на рудникот „Суводол“, значително се унапредува технолошкиот процес на одводнување во рудникот во смисла на:

- Сигурни и релевантни стартни параметри
- Оптиматизација на проектните решенија
- Сигурна работа на системот за одводнување
- Оптимално организирање на службата која го води процесот на одводнување.

12. ЗАКЛУЧОК

Одводнувањето на рудниците со површинска експлоатација, опфаќа:

- Согледување на основните хидрогеолошки, геолошки, геомеханички и рударско технолошки параметри.
- Квалитативен и квантитативен избор и димензионирањето на објектите за одводнување
- Избор на локациите на објектите за одводнување.

Подинската јагленова серија која е во рамките на рудникот „Суводол“, е во фаза на отварање, па од тука и решенијата за избор на соодветен систем за одводнување се поделени во две фази и тоа:

- Системи за одводнување во фазата на отварање на ПЈС и
- Системи за одводнување во фазата на експлоатација.

Бидејќи заштитата од подземни и површински води на усеците на отварање, а и подоцна на самите работните етажи, е составен дел на рударската технологија, сите решенија се во согласност со предвидената технологија на експлоатација на јагленот од ПЈС.

Во хидролошки смисол, подрачјето кое го зафаќа ПЈС ќе биде загрозоено од површински води кои гравитираат од поширокото сливно подрачје, и од површинските води кои ќе паѓаат во самиот работен простор на ПЈС.

Во комбинација со подземните води присутни во самото наоѓалиште, количините на подземни и површински води не се занемарливи, па од тука произлегува потребата за посебен пристап и третман на оваа проблематика со цел за безбедно и сигурно одвивање на технолошкиот процес на ПЈС.

Покрај изнаоѓањето на решенија за соодветен систем на одводнување со цел за заштита од подземните и површинските води, имплементирањето на информациона систем ќе обезбеди функционалност и квалитет на базните и обработените податоци по пат на информационо – сметачка технологија.

Издвојувањето на посебни зони во информацискиот систем е условено и од предвидената динамика на истраги. Целиот ин

претставува долгорочен научно истражувачки програм во областа на одводнувањето, а во практична смисла неговата реализација претставува степен повисоко ниво на пратење на влезните - основни параметри и излезните - веќе обработени податоци. Имплементирањето на информациски систем за мониторинг на системите за одводнување, е од посебно значење за услови какви се предвидуваат да преовладуваат при експлоатацијата на ПЈС. Во такви услови, навременото добивање на базни податоци, нивната обработка и повратно нивно вградување во функција на непречено одвивање на самиот технолошки процес, е од посебно значење за реализирање на планираната производна динамика на рудникот .

На долгорочен период со воведувањето на НУС се постигнува:

- Навремено добибање на информации,
- Нивна квалитетна обработка,
- Врз основа на така добиените и обработени информации, се добива можност за брзо и ефикасно носење на одлуки и соодветно реагирање на терен,
- Континуирано регистрирање и архивирање на сите појави од хидролошки, хидрогеолошки и хидротехнички карактер, кои се од корист за тековното и идното планирање на одводнувањето на рудникот со цел безбедно одвивање на технолошкиот процес.

Заради тоа неопходно е постојано пратење на трендовите во оваа област заради надградување и усовршување на техничките компоненти и софтверскиот дел на НУС, како би се постигнало максимално ниво на безбедно одвивање на основниот технолошки процес во рудникот.

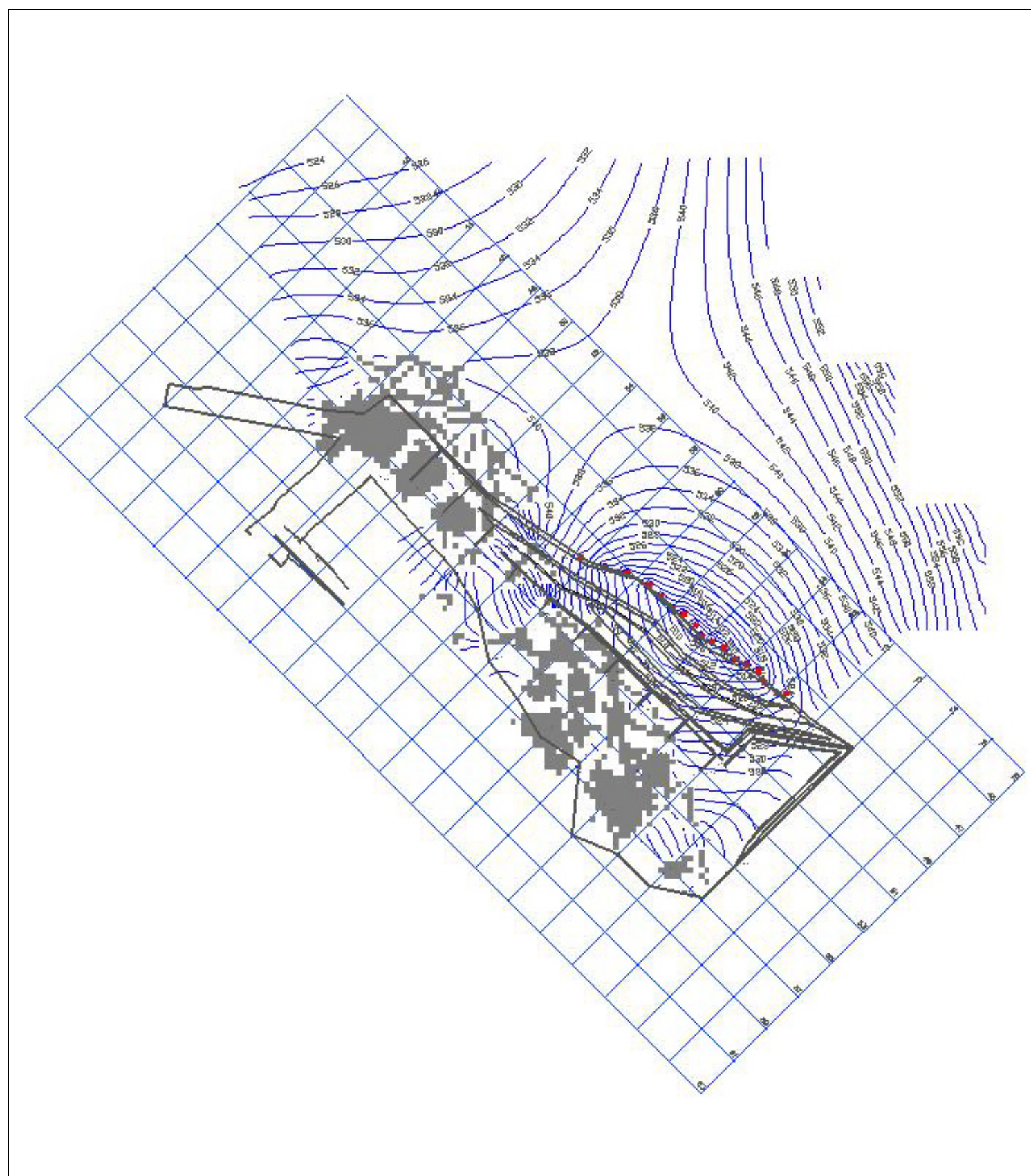
Користена литература:

1. M. Angjelković, (1995) *Priracnik za projektiranje na pumpni postrojki* Niš.
2. R.Simić, V.Kecojević, Z.Todorović, (1998) *Uvod u informacioni sistem za potrebe odvodnjavanja površinskih kopova uglja*, Beograd.
3. Radomir Simić, (1994) *Tehnologija odvodnuvanja površinskih kopova*, Beograd.
4. Radomir D. Simić, (1976) *“Odvodnjavanje površinskih kopova i odlagališta”*, Beograd.
5. Joel O. Kimrey , Larry D. Fayard (2001) *Geohydrologic Reconnaissance of Drainage Wells* Florida
6. S. Vijić, (2005) *Adaptivni računsko podržavajući nadzorno-upravljački model sistema za odvodnjavanje na površinskom kopu uglja “Drmno” (I-faza)*, RGF-Beograd
7. S. Vijić, S. Kovačević, T.Benović, (2002) *Idejno resenje informacionog sistema za potrebe odvodnjavanja površinskih kopova uglja*. INFOTEH-JAHORINA, Vol. 2, Ref. C-4, p. 179-182, March 2002.
8. Timothy W.Pyron, Ph.D., (2006) *Project 2003* Beograd
9. ГЛАВЕН ПРОЕКТ за заштита на ПЈС од подземни и површински води,- *Рудпроект, Скопје*, Скопје2009 год.
10. ЕЛАБОРАТ за изведба на пробно експлоатациони бунари во ПЈС – Рудник „Суводол“ РЕК Битола, - *ГИМ Скопје* 2006
11. ЕЛАБОРАТ за хидрогеолошки и инженерскогеолошки истражувања и испитувања на подинската јагленова серија во рудник „Суводол“ - *Градежен институт „Македонија“*, а.д. *Завод за геотехника*, Скопје 2005 год.
12. ЕЛАБОРАТ за геомеханички истражни работи и испитувања на подинската јагленова серија во рудник „Суводол“ - *Градежен институт „Македонија“*, а.д. *Завод за геотехника*, Скопје 2005 год.
13. ЕЛАБОРАТ за хидрогеолошки истражувања во зоната на усекот за отварање на ПЈС со приказ на резултатите,-*Круна-дрил – Скопје*, Ск

Internet sources:

1. http://www.absgroup.com/absgroup/ext/c_m_site/prod
2. www.etf.unssa.rs.ba/infoteh2002/rad/c/c-5.doc
3. [www.mdag.com/downloads/MDAG BOOK Digital - Excerpt.PDF](http://www.mdag.com/downloads/MDAG_BOOK_Digital_-_Excerpt.PDF)
4. www.riskinfo.com/cyberisk/Watersupply
5. <http://www.epgco.com/scada-system-assessment.html>
6. www.viser.edu.rs/download.php?id=5338

Карта на пиезометарско ниво на кровинскиот издан во зоната на отварање на ПЈС после 24 месеци

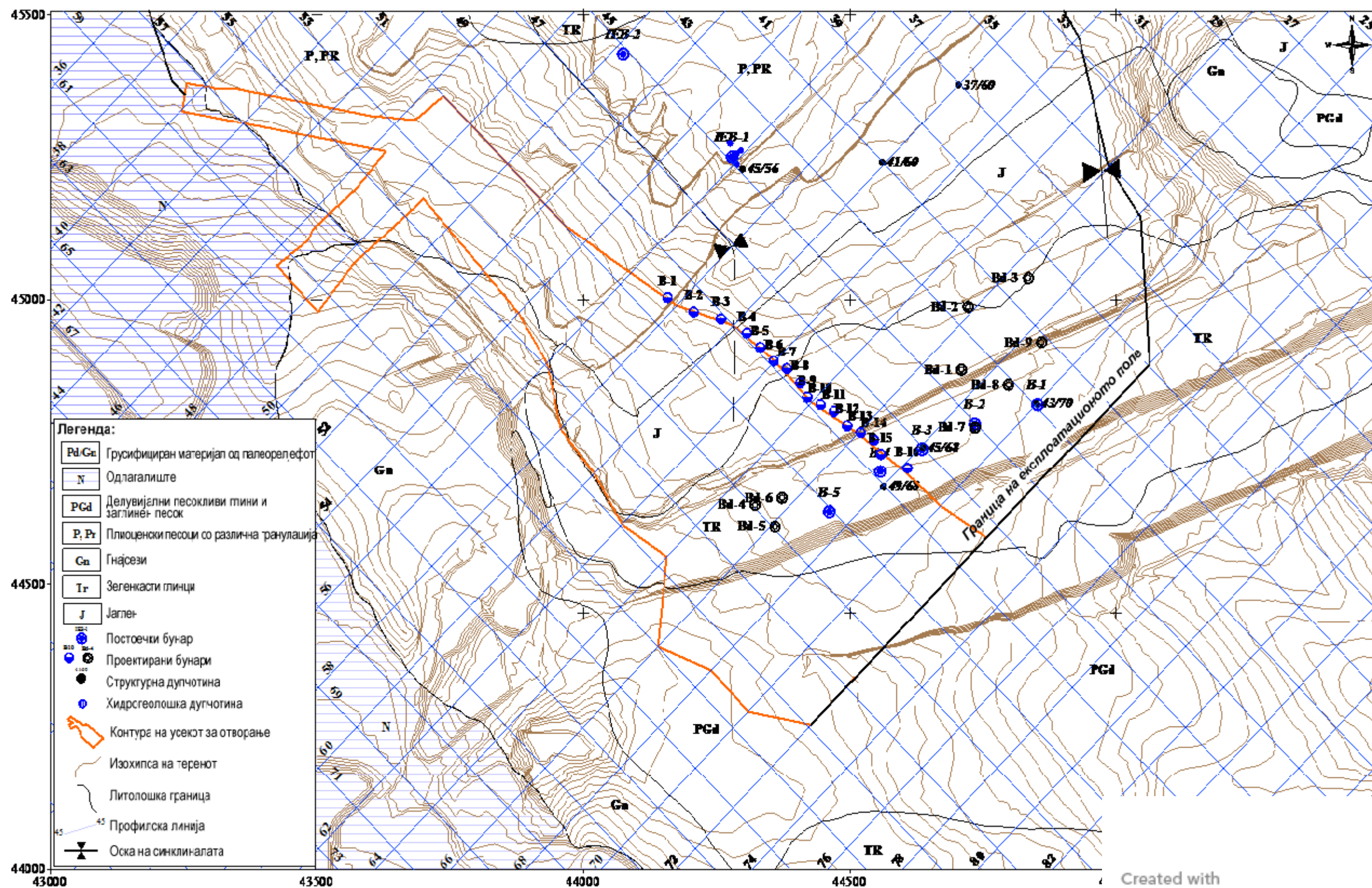


Created with

nitro^{PDF} professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional

Хидрогеолошка карта на усекот за отворање на ПЈС на ПК „Суводол“

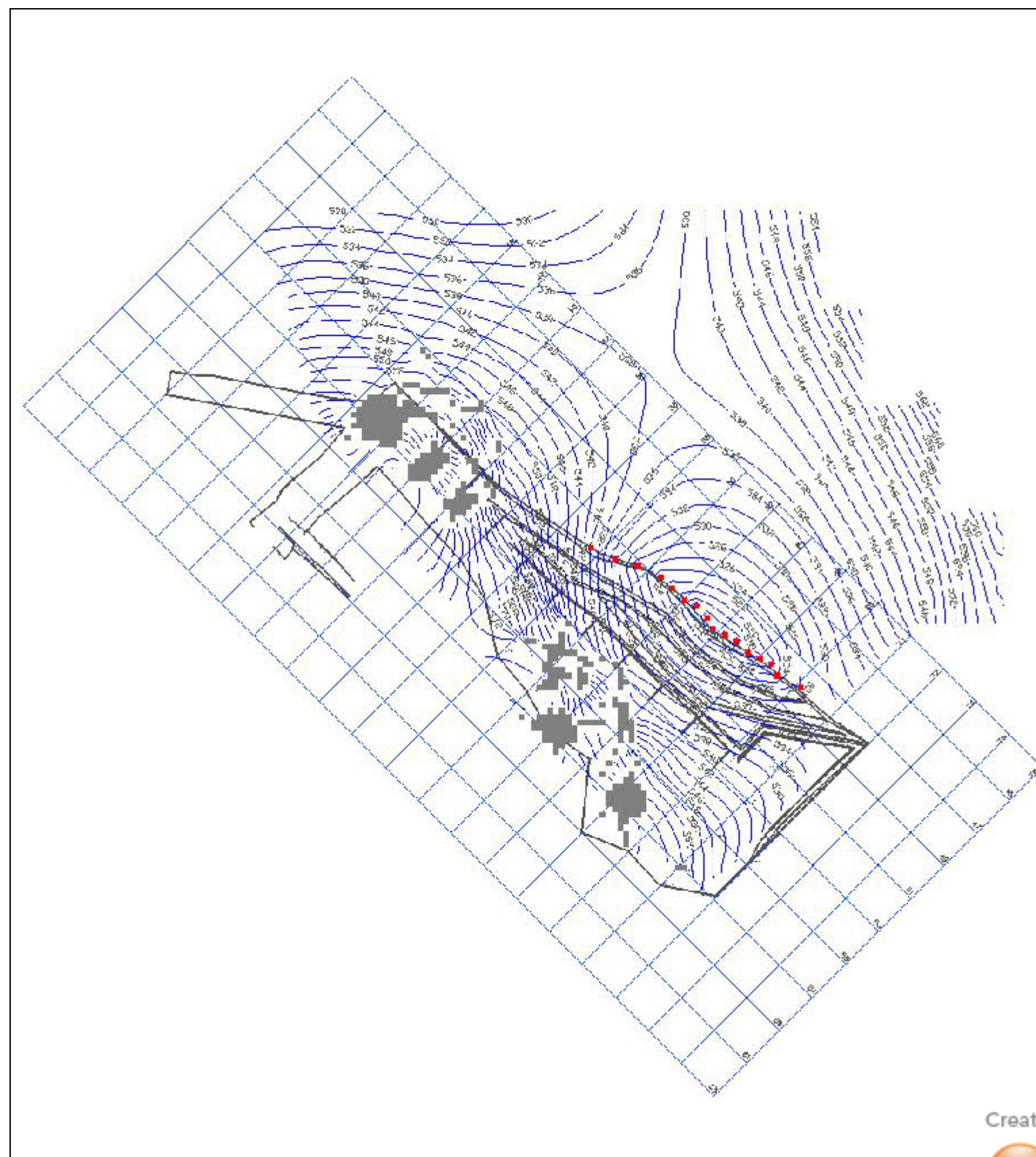


Created with

nitroPDF professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional

Карта на пиезометарско ниво на кровинскиот издан во зоната на отварање на ПЈС после 12 месеци



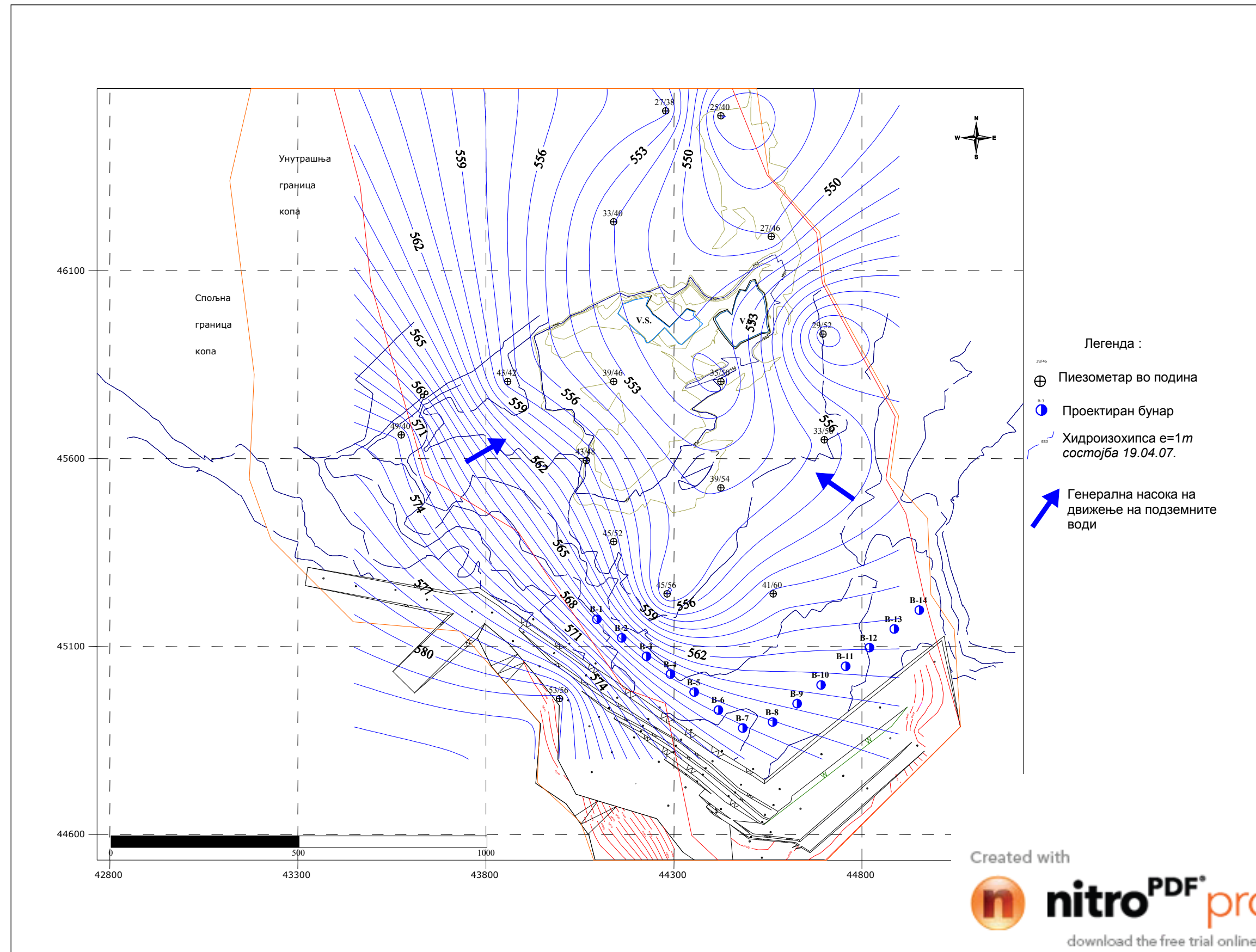
Created with



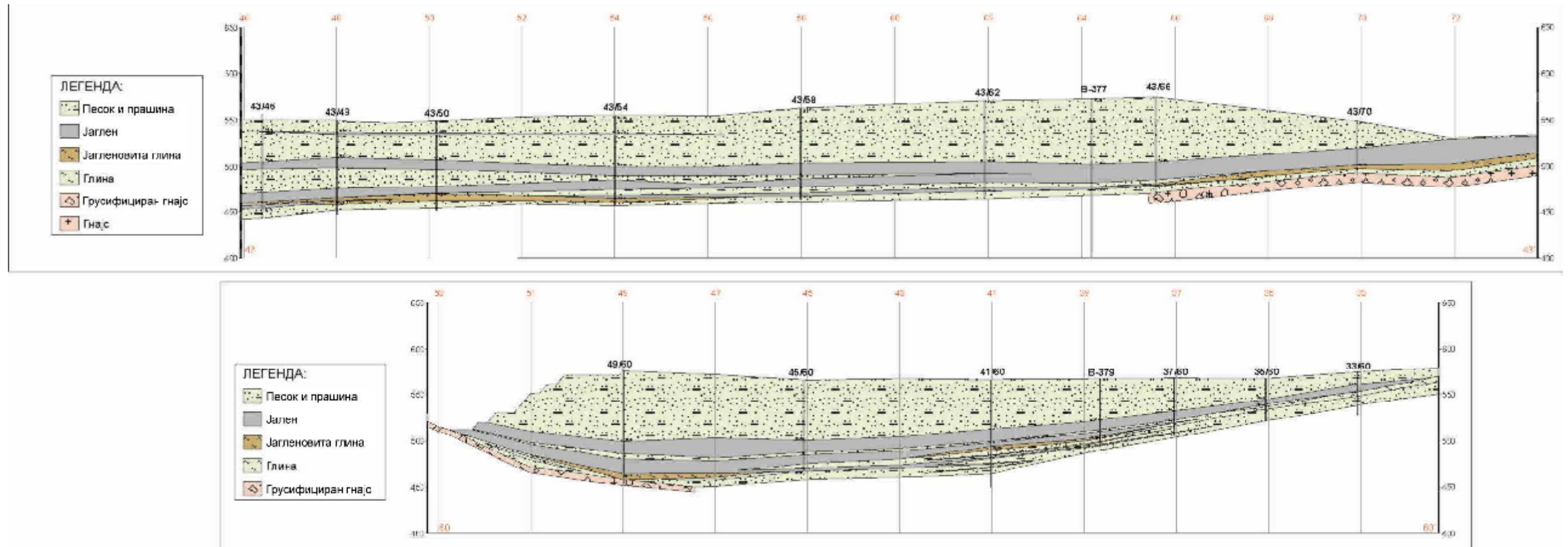
nitro^{PDF} professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional

Нивоа на подземните води за подинските издани во зоната на формирање на фигурата за отварање на ПЈС

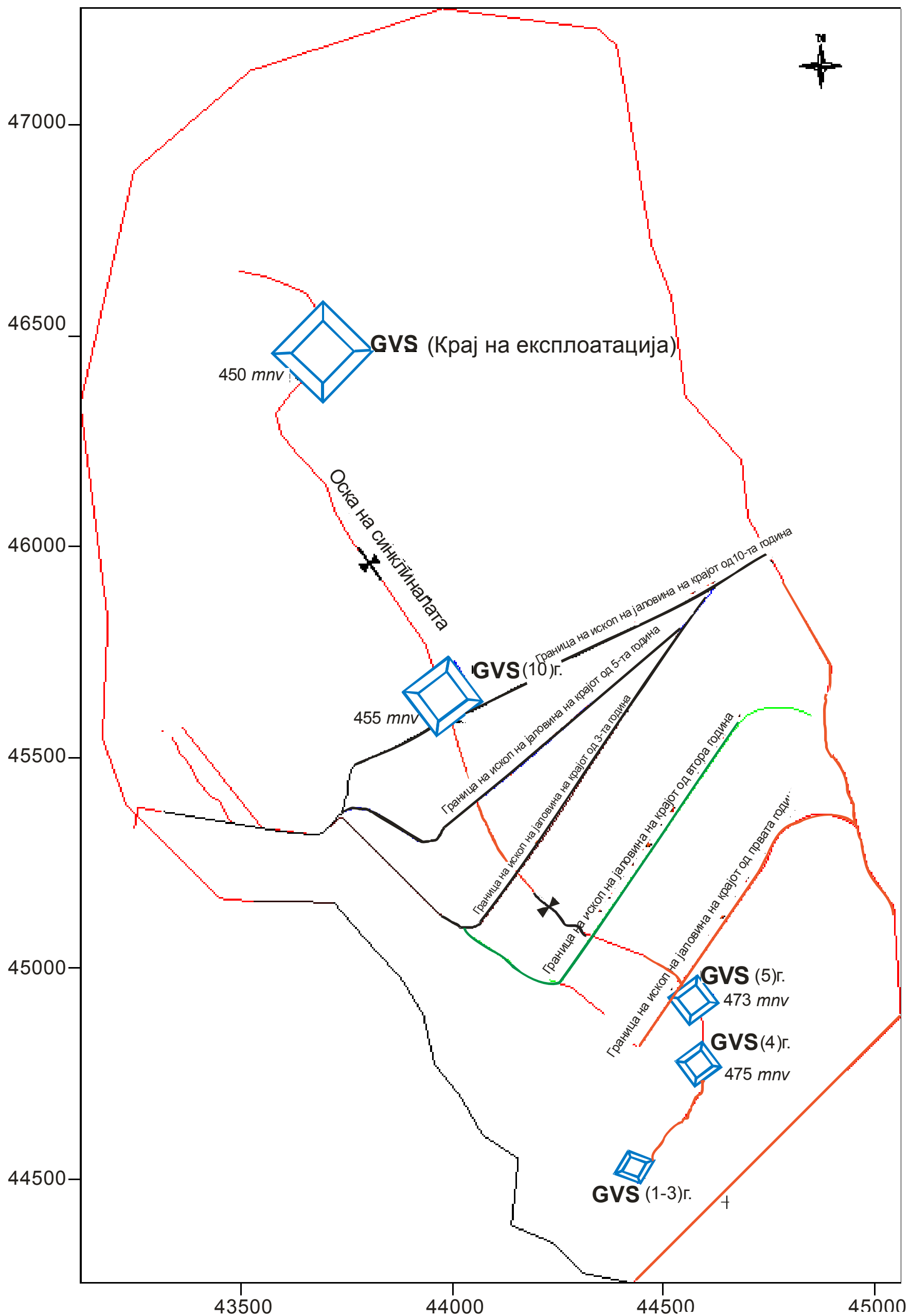


Геолошки профили 43-43' и 60-60'



Прилог - 1

Положба на централниот водособирникот во сите фази на развој на копот



Табела 7.5.

Table 7.5.

Капацитет на пумпата	<i>Pump capacity</i>	Q	(m ³ /s)
Пречник на цевка	<i>Pipe diameter</i>	d	(m)
Геодетска црпна висина	<i>Geodesy pumping height</i>	Hgc	(m)
Геодетска потисна висина	<i>Geodesy thrusting height</i>	Hgp	(m)
Должина на всисна цевка	<i>Length of intake pipe</i>	Lu	(m)
Должина на потисна цевка	<i>Length of thrust pipe</i>	Lp	(m)
Вкупен коефициент на локални отпори Total coefficient of lockal resistences			
Назив	Name	Коефициент Coefficient	Парчиња Piece
Отпор на всисот	<i>Intake resistance</i>	6.5	
Колено со остар прелом	<i>Bend with stern fraction</i>	1.1	
Кривина	<i>Curve</i>	0.66	
Вентил	<i>Valve</i>	1.56	
Вкупен коефициент на локални отпори	<i>Total coefficient of lockal resistences</i>		Ksum
Пресметка Calculation			
Површина на попречен пресек на цевка	<i>Cross sectin pipe surface</i>	p	(m ²)
Реална брзина на движење на водата во цевката	<i>Real speed of pipe watarflow</i>	V	(m/s)
Брзинска висина	<i>Speed height</i>	V ² /2g	
Rejnoldsov број	<i>Reinold's number</i>	Re	
Darsjev коефициент на триење (Maning)	<i>Darsy's friction coefficient (Maning)</i>	λ	
Линиски загуби - всисен цевковод	<i>Lane waste – intake waterpipe</i>	hu	(m)
Линиски загуби - потисен цевковод	<i>Lane waste – trust waterpipe</i>	hp	(m)
Вкупен локален отпор	<i>Total lockal resistences</i>	hk	(m)
Манометарска висина	<i>Manometar height</i>	Hman	(m)
Пресметка на снага на пумпата Pump power calculation			
Тотален степен на корисност на пумпата	<i>Ultimate degree of pump usefulness</i>		(0,75-0,92)
Специфична маса на водата	<i>Specific water mass</i>		(kg/m ³)
Коефициент на резерва	<i>Coefficient of rezerve</i>	Kr	(1.1-1.3)
Снага на пумпата	<i>Pump power</i>	P	(kW)
Карактеристики на пумпата Pump characteristic			
Капацитет на пумпата	<i>Pump capacity</i>		
Манометарска висина	<i>Manometar height</i>		
Снага на пумпата	<i>Pump power</i>		

Табела 7.6. Влезни параметри за пресметка на канали

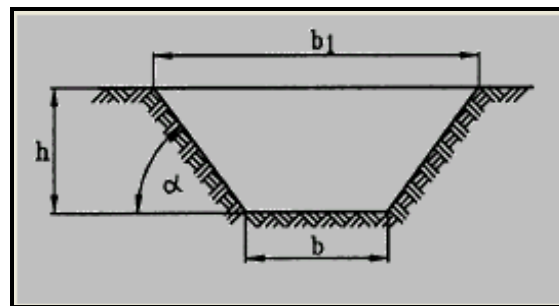
Table 7.6. Input parameters for canal calculation

Коефициент на истекување <i>Flow out coefficient</i>	Сливна површина <i>Drain surface</i>	Очекуван доток од сливна површина <i>Predicted flow of drain surface</i>	Вкупен прилив на вода во каналот <i>Total water influx in canal</i>
(α)	F (km ²)	Q (m ³ /s)	Q(m ³ /s)

Табела 7.7. Хидраулички параметри за пресметка на канали

Table 7.7. Hydraulic parameters for the calculation of channel

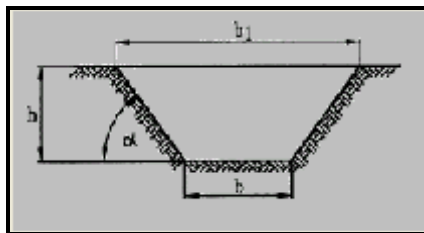
Пад <i>Slope</i>	Долж. на канал <i>Canal length</i>	Длаб. канал <i>Canal depth</i>	Ширина на дно <i>Canal bottom width</i>	α	$b_1 = b + 2h \operatorname{ctg} \alpha$	Хидрауличен Радиус <i>Hydraulic radius</i>	Коеф На Проток <i>Flow coefficient</i>	Пов. <i>surface</i>	Брзина <i>speed</i>	Qp реална пропустност <i>Qp pass through</i>	Qp потребна пропустност <i>Qp necessary pass through</i>	Q на ископ <i>Q of excavation</i>
J (‰)	(m)	h (m)	b (m)	(°)	(m)	R (m)	C	P (m ²)	v (m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³)

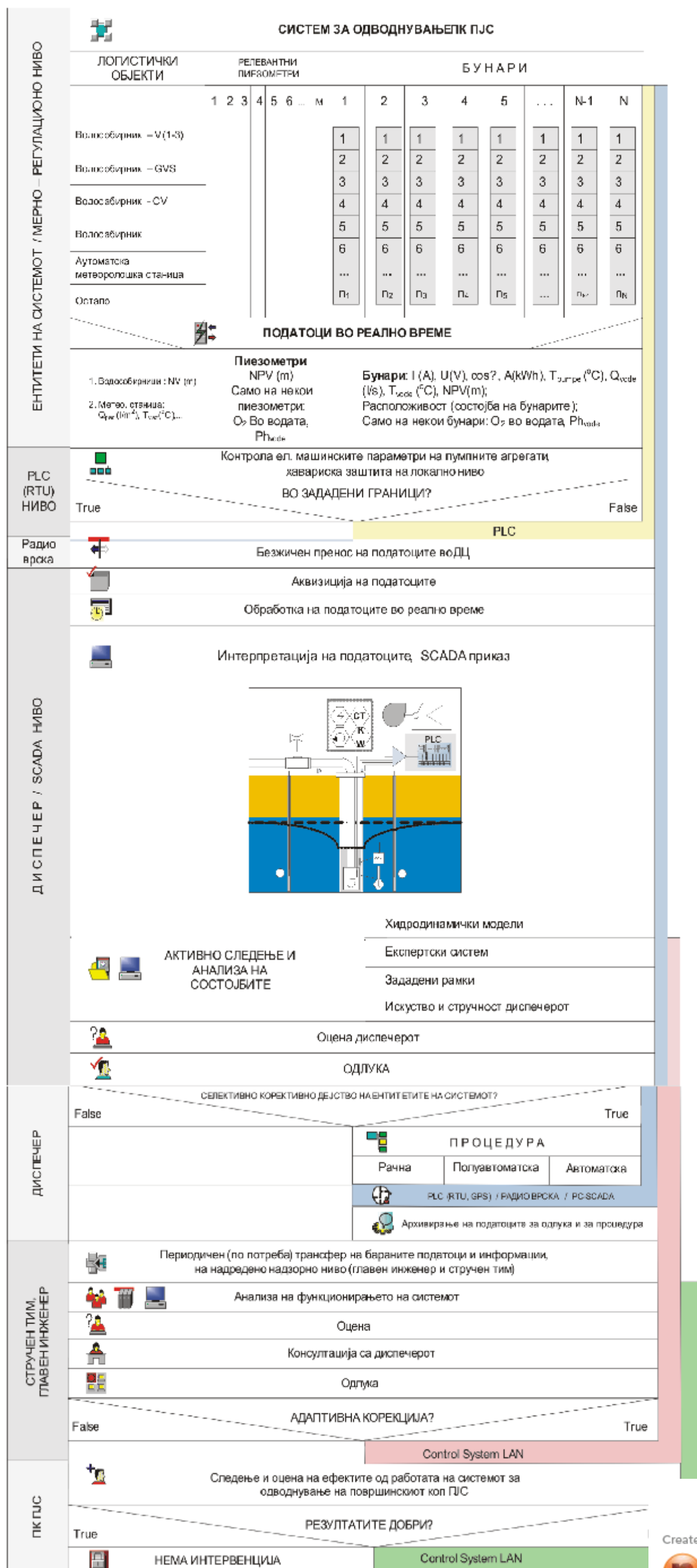


Табела 8.7.

Table 8.7.

Име на објект Name of structure	Пад Slope J (‰)	Должина на канал Canal length (m)	Длабочина на канал Canal depth h (m)	Ширина на дно Canal bottom width b (m)	α (°)	$b_1 = b + 2h \operatorname{ctg} \alpha$ (m)
OK-1	81	1131	1.12	0.81	40	3.45
OK-2	50	721	0.6	0.42	40	1.85
OK-3-1	75	581	0.89	0.65	40	2.77
OK-3-2	106	627	1.34	0.98	40	4.17
EjK-1-1	37	1129	0.2	0.15	45	0.6
EjK-1-2	7.2	552	0.2	0.16	45	0.6
EjK-1-3	5.9	168	0.4	0.35	45	1.2
EjK-2-1	41	707	0.24	0.2	45	0.7
EjK-2-2	18	658	0.32	0.26	45	0.9
EjK-3-1	72	687	0.22	0.18	45	0.62
EjK-3-2	20	898	0.35	0.29	45	0.99
EjK-4-1	20	530	0.37	0.3	45	1.04
PK-3	15	200	0.35	0.29	45	0.99
UOK-1	18	600	0.4	0.3	40	1.25
UOK-2	17	351	0.22	0.19	45	0.63
OKS-2-1	22	945	0.68	0.49	40	2.11
OKS-2-2	9.5	547	0.82	0.6	40	2.55
OKS-1-1	36	414	0.24	0.17	40	0.74
OKS-1-2	24.5	1302	0.71	0.51	40	2.2
OKS-3	18.2	2681	1.56	1.13	40	4.85
UOKS-1	29	795	0.7	0.51	40	2.17
PKS-1	52	134	0.19	0.14	40	0.59
PKS-2	52	134	0.19	0.14	40	0.59
PKS-3	52	134	0.19	0.14	40	0.59
PKS-4	52	134	0.19	0.14	40	0.59





СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	6
1.1. Предмет на истражувањето	9
1.2. Цели на истражувањето	9
2. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА НАОЃАЛИШТЕТО	11
2.1. Географски карактеристики на наоѓалиштето	11
2.2. Морфолошки карактеристики на наоѓалиштето	12
2.3. Географска положба и сообраќајни комуникации	12
3. МИКРОКЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОДРАЧЈЕТО	15
3.1. Очекувани дотоци на прилив на води во ПЈС	16
4. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО	18
5. ХИДРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО	22
5.1. Хидрогеолошки карактеристики на лежиштето	24
5.1.1. Кровинска издан	25
5.1.2. Меѓуслоен издан (M_2)	26
5.1.3. Меѓуслоен издан (M_1)	26
5.1.4. Подинска издан	26
6. МЕТОДОЛОГИЈА НА ИЗБОР НА СИСТЕМИ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ НА ПЈС	28
6.1. Методи за управување со активностите за одводнување на ПЈС и информацискиот систем	28
6.2. Избор на методи на одводнување	32
7. ЗАШТИТА НА ПЈС ОД ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ	38
7.1. Заштита на ПЈС од подземни и површински води во фаза на отварање	38
7.1.1. Заштита на ПЈС од подземни води во фаза на отварање	39
7.1.1.1. Критериуми и хидродинамички пресметки на системите за одводнување	41
7.1.2. Заштита на ПЈС од површински води во фаза на отварање	44
7.2. Заштита на ПЈС од одземни и површински води во фазата на експлоатација	49
7.2.1. Заштита на ПЈС од подземни води во фаза на експлоатација	49
7.2.2. Заштита на ПЈС од површински води во фаза на експлоатација	49
7.3. Објекти за одводнување – цевководи	63
7.4. Реципиенти за акомулирање на испумпаните и гравитациски регулирани води	64
8. ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ И ХИДРОТЕХНИЧКА ПРЕСМЕТКА НА ОБЈЕКТите ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ФАЗА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ПЈС	67
8.1. Димензионирање на главните хидротехнички објекти и опрема за одводнување на ПЈС во фазата на отварање	67
8.1.1. Димензионирање на каналите	67
8.1.2. Димензионирање на водособирниците и пумпните станици	68
8.1.3. Димензионирање на таложниците	72
8.2. Хидротехничка пресметка на објектите во првата година на експлоатација на ПЈС	74
8.2.1. Хидродинамичка пресметка и димензионирање на водособирниците	75
8.2.2. Хидродинамичка пресметка и димензионирање на каналите	83
9. УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ПЈС СО И НА ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ	

9.1. Структура на информациските системи за потребите на одводнување во рудниците за површинска експлоатација-----	91
9.1.1. Зона на припрема на податоци-----	92
9.1.2. Зона на обработка на податоци-----	92
9.1.3. Зона на користење на база на податоци и соодветни софтвери-----	94
9.1.4. Зона на обработка на крајни резултати-----	94
9.1.5. Зона на надзор и управување-----	94
9.1.6. Информациски систем во функција на избор на оптимален систем на одводнување -----	94
9.2. Тек на информациите во системот за надзор и управување во одводнувањето за потребите на ПЈС -----	96
10. АЛГОРИТАМ НА УПРАВУВАЊЕ СО СИСТЕМОТ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА НА ПЈС-----	98
10.1 Параметри кои треба да бидат опфатени со информацискиот систем-----	105
11. АВТОМАТИЗАЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ-----	107
11.1. Програма за мониторинг-----	110
11.2. Потребна опрема за спроведување на мониторинг-----	112
11.3. Организација на мониторинг-----	116
12 ЗАКЛУЧОК-----	120
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА-----	122

Благодарност

Магистерскиот труд е работен под менторство на проф. д-р Ристо Дамбов и ја користам оваа прилика да му се заблагодарам за помошта, соработката и поддршката во текот на изработката на овој труд.

Исто така ја користам можноста да искажам благодарност и до членовите на комисијата, проф. д-р Зоран Панов и доц. д-р Дејан Мираковски за сугестиите и советите при изработката на трудот за негов комплетен изглед од стручно – научен аспект.

Благој Ѓоргиевски, дипл.руд.инж.

АПСТРАКТ

Брзото темпо на развој на рударската технологија во последните години ја наметна потребата и останатите активности во процесот на експлоатација на минералните сировини да го следат тој развој со цел да се постигне поголема и побезбедна продуктивност.

Одводнувањето како активност која му предходи, но и го прати технолошкиот процес на експлоатација на наоѓалиштата, мора да ги задоволува сите нивоа на навремено и сигурно функционирање.

Најчест проблем кој ја прати површинската експлоатација на минерални сировини, е заштитата од подземни и површински води. Навременото и ефикасно решавање на ваквите проблеми може да гарантира безбедност и продуктивност на технолошкиот процес.

Процесот на предодводнување и одводнување на рудниците со површинска експлоатација, освен што бара високо ниво на истраги од аспект на хидрологија и хидрогеологија, бара користење на соодветни методи и системи за одводнување. Развојот на технологијата за експлоатација која овозможува и зголемување на параметрите на димензиите на рудниците, бара и сè поголемо присуство на информатичката технологија во функција на мониторинг на системите за одводнување, прибирање на податоците и нивна обработка сè со цел за навремено и ефикасно интервенирање за заштита од дотокот на води во рудниците со површинска експлоатација.

Клучни зборови: рудници, површинска експлоатација, одводнување, информациски системи, мониторинг.

ABSTRACT

In the past years, the development of the mining technology has accelerated rapidly and thus inspired the accompanying activities in the process of exploitation of raw minerals to follow the same development in order to be achieved better and safer productivity.

As an activity that both precedes and follows the technological process of exploitation of mineral deposits, drainage has to meet all the necessary requirements of timely and safely functioning.

The protection from underground and ground water has been looked upon as the most frequent and common problem accompanying the pit mine exploitation of raw minerals. It implies that efficient and on time solutions of such problems can guarantee the safety and productivity of the technological process.

The process of pre-drainage and drainage of open pit mines, requires highly expertise hydrology and hydro-geology research as well as implementation of appropriate methods and systems of drainage. Development of exploitation technology which enables the increase of the parameters of mines dimensions, imposes the need of implementation of information technology in terms of monitoring the systems of drainage, collecting and processing data in order to provide timely and efficient intervention for protection of inflow of waters in the open pit mines.

Key words: mines, open pit mine, drainage, information systems, monitoring.